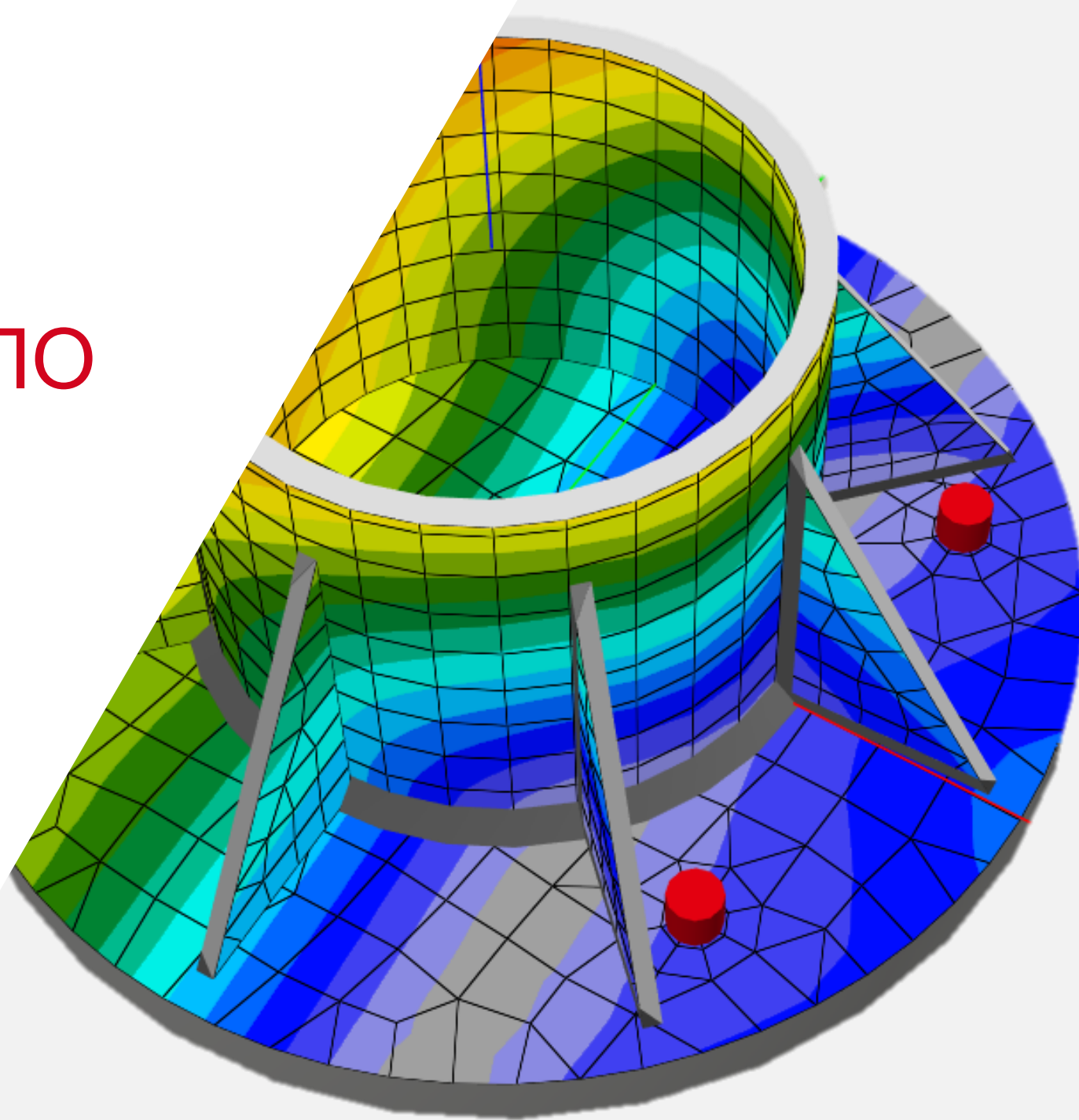




# ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА АНКЕРНИ ПЛАНКИ ПО МЕТОД НА КРАЙНИ ЕЛЕМЕНТИ

Уебинар №3 от курс „Изчисление на анкери“

07.10.2021г.



# ОРГАНИЗАТОРИ ВОДЕЩИ НА СЪБИТИЕТО



**Инж. Емануил Джевизов**

Технически консултант – Северна Б-я



**Инж. Гергана Боева**

Технически консултант – София

## ПОМОЩ ЗАД КАДЪР

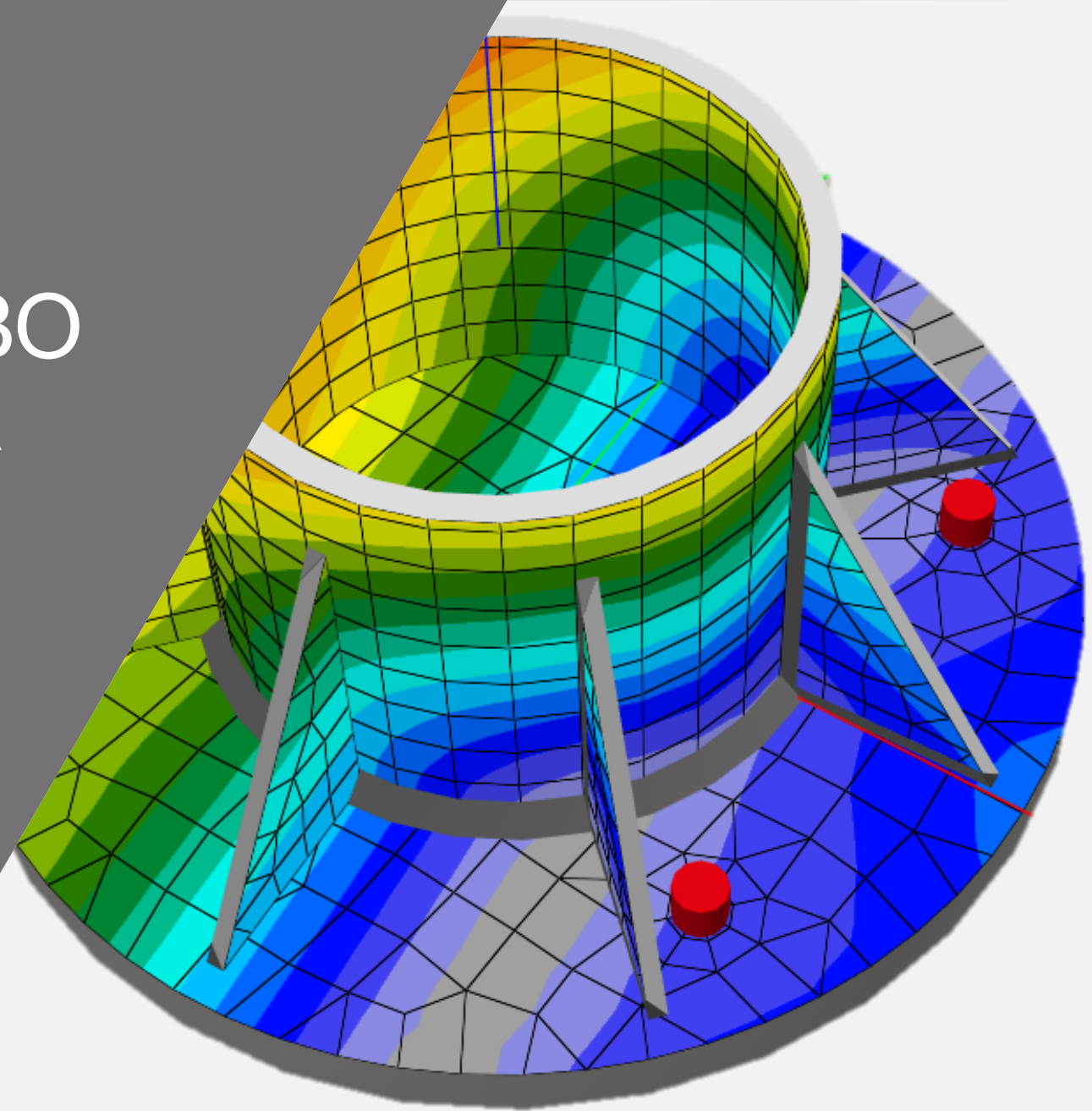
**Инж. Цветелина Петкова**

Технически консултант – Южна Б-я

# СЪДЪРЖАНИЕ

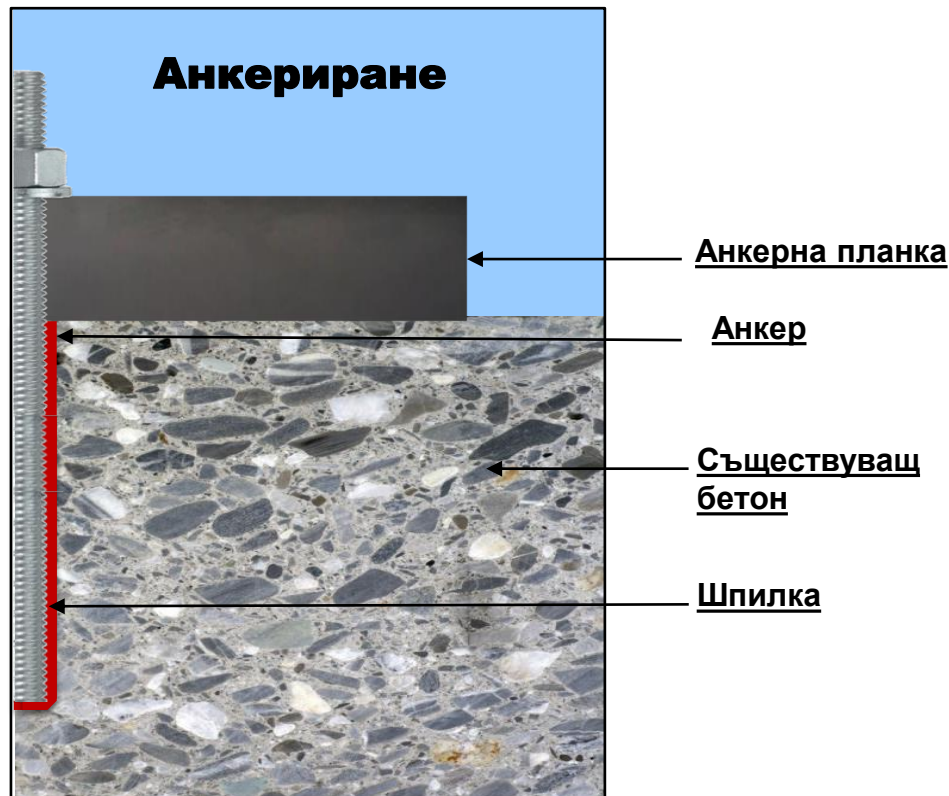
1. Какво научихме досега?
2. Оразмеряване на базови плочи
3. Процесът на оразмеряване интегриран в PROFIS ENGINEERING
4. SVFEM & конструиране на възли
5. Практически пример
6. Въпроси и отговори

# 1. ВЪВЕДЕНИЕ – КАКВО НАУЧИХМЕ ДОСЕГА

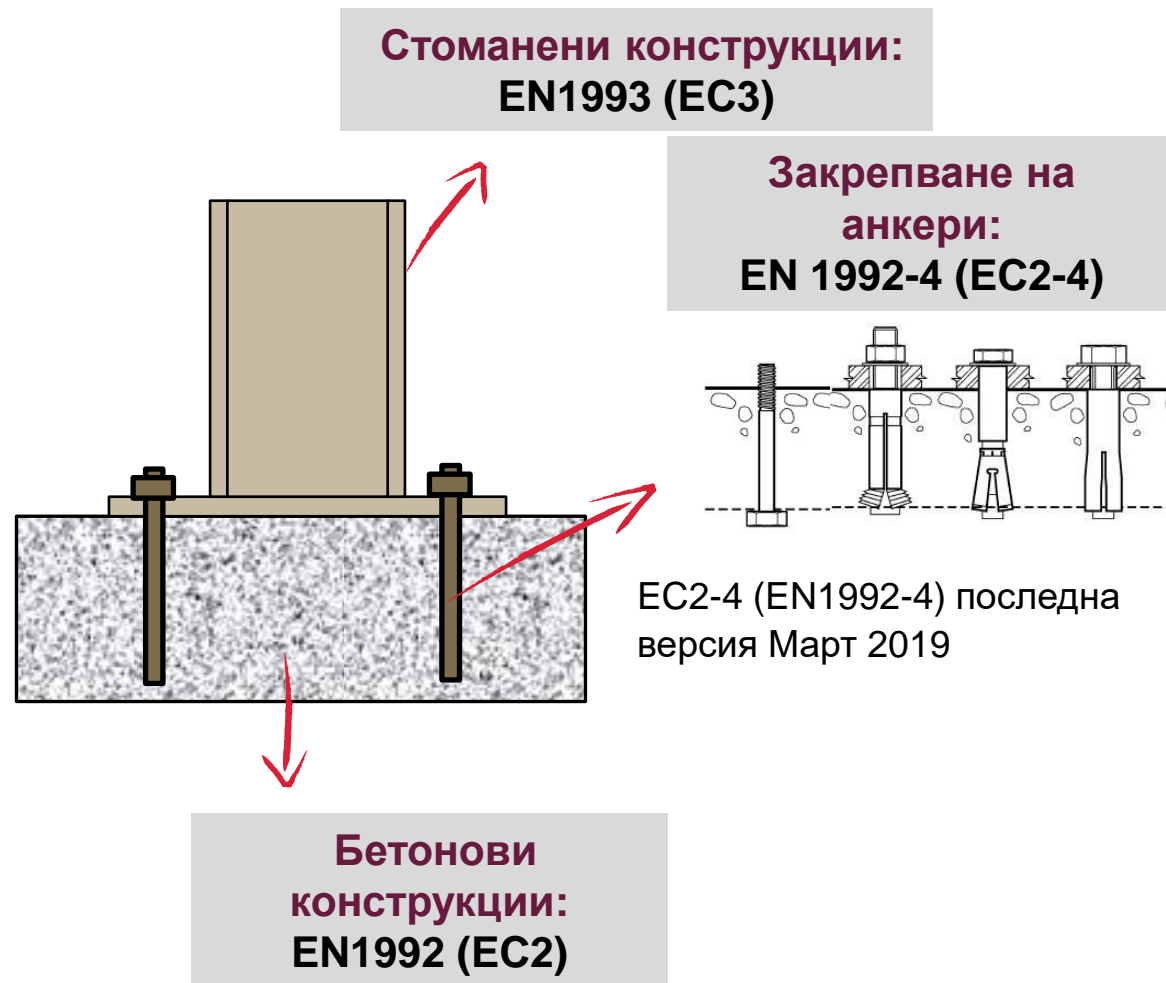
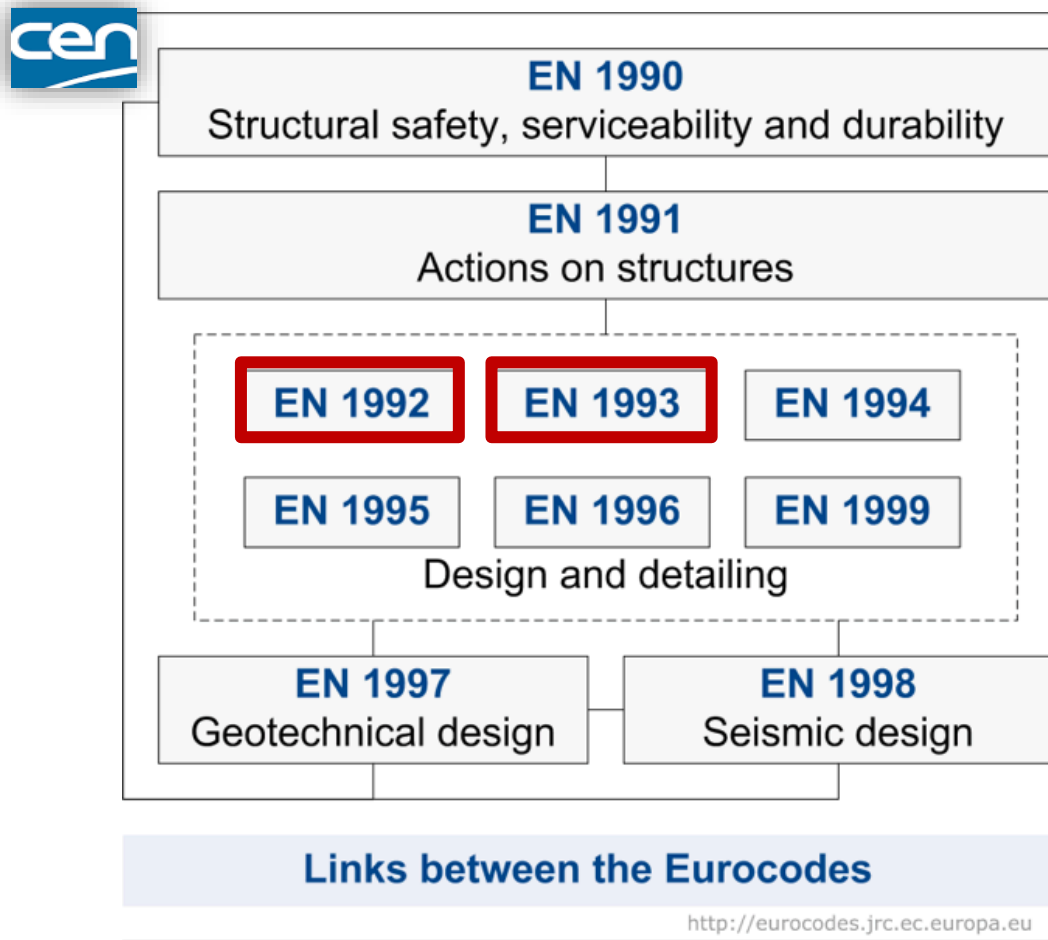


# КАКВО ИМАМЕ ПРЕДВИД, КОГАТО ГОВОРИМ ЗА АНКЕРНИ ПЛАНКИ

Приложението на анкерите е за връзка между стоманената планка и бетоновия елемент чрез химическа или механична система за закрепване



# ОРАЗМЕРЯВАНЕТО НА АНКЕРНИТЕ ПЛАНКА ВКЛЮЧВА РАЗЛИЧНИ МАТЕРИАЛИ И НОРМАТИВНИ УРЕДБИ



# ЗАКРЕПВАНЕТО НА АНКЕРИ ПРИ НАЛИЧИЕТО НА СЕИЗМИЧНИ УСИЛИЯ В ЕС2-4

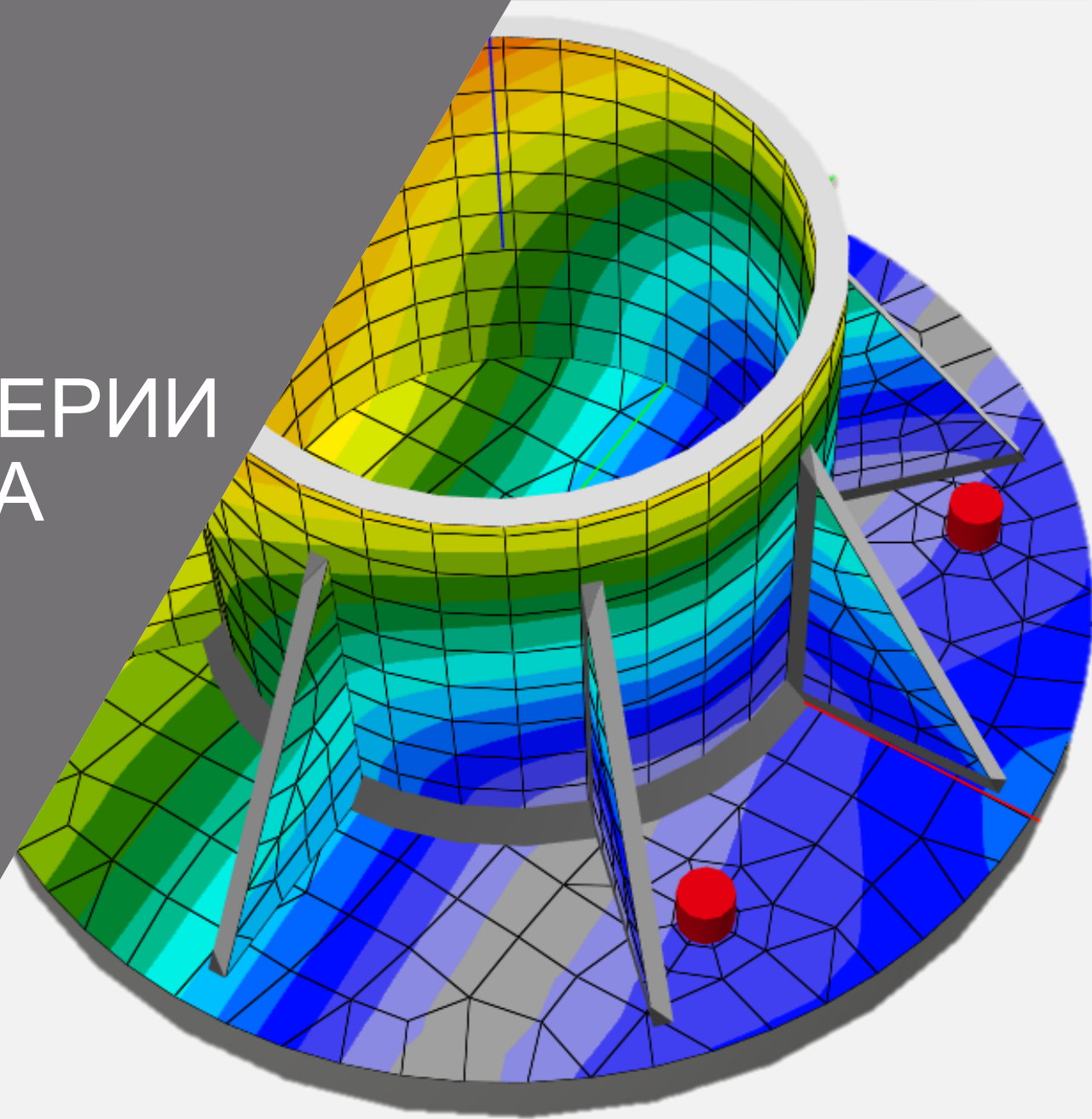
ЕС2-4 изисква използването само на анкери с клас С2 за сеизмика



Table C.1 — Recommended seismic performance categories for fasteners

1	Seismicity level <sup>a</sup>		Importance Class acc. to EN 1998-1:2004, 4.2.5			
	Class	$a_g \cdot S^c$	I	II	III	IV
2	Very Low <sup>b</sup>	$a_g \cdot S \leq 0,05 g$	No seismic performance category required			
3	Low <sup>b</sup>	$0,05 g < a_g \cdot S \leq 0,1 g$	C1	C1 <sup>d</sup> or C2 <sup>e</sup>		C2
4	> low	$a_g \cdot S > 0,1 g$	C1	C2		

## 2. ОРАЗМЕРЯВАНЕ НА БАЗОВИ ПЛОЧИ – КРИТЕРИИ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА



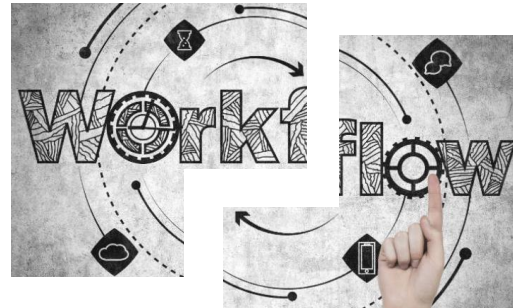


# ТРИ ОСНОВНИ ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПРИ ОРАЗМЕРЯВАНЕТО НА БАЗОВИ ПЛОЧИ

Различни методи за  
ообразяване



Нарушаване на  
работния процес

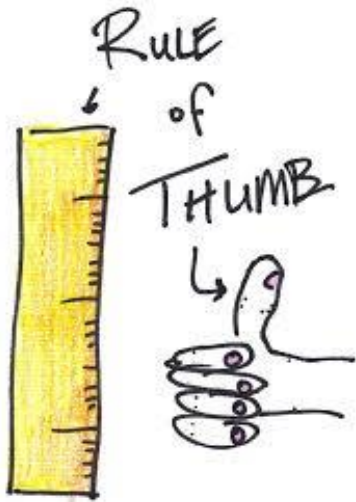


„Митът“ за корава  
анкерна планка

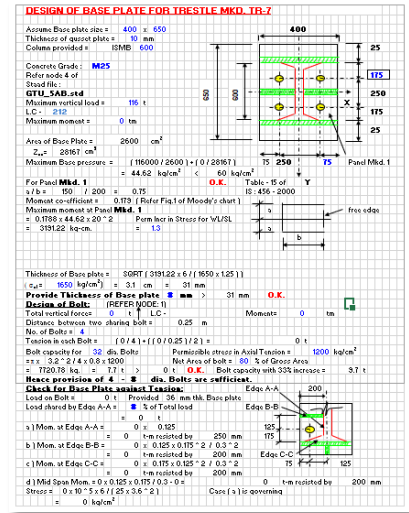


# РАЗЛИЧНИ ПОДХОДИ ПРИ АНКЕРНИТЕ ПЛАНКИ СПОРЕД ВРЕМЕТО ЗА ПРОЕКТИРАНЕ И СЛОЖНОСТТА

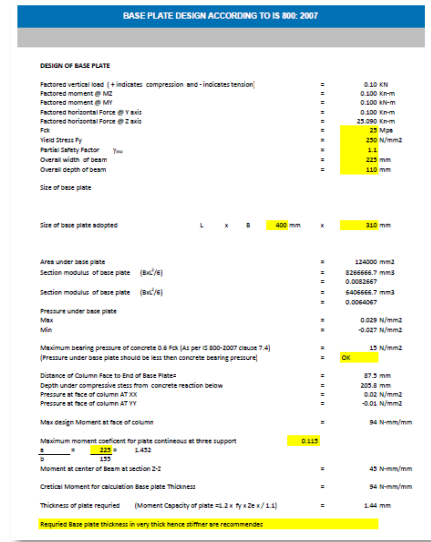
## ОПИТ



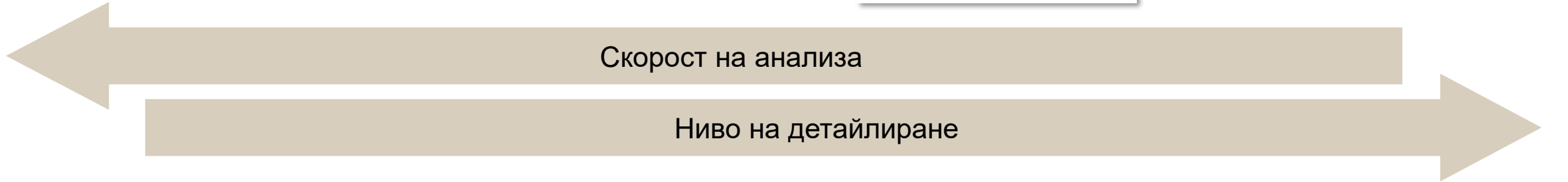
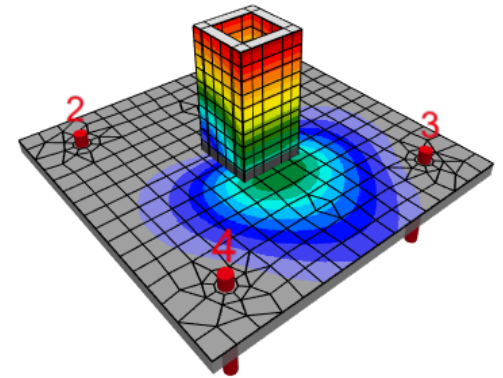
## Ръчни изчисления



## Специализиран софтуер или инструменти

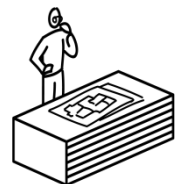


## МКЕ Анализ



# ПРОЦЕС НА ПРОЕКТИРАНЕ, ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ УЧАСТНИЦИТЕ В НЕГО И ИЗПОЛЗВАНИ ИНСТРУМЕНТИ

Участници



Строителен инженер



Чертожник & Снабдител

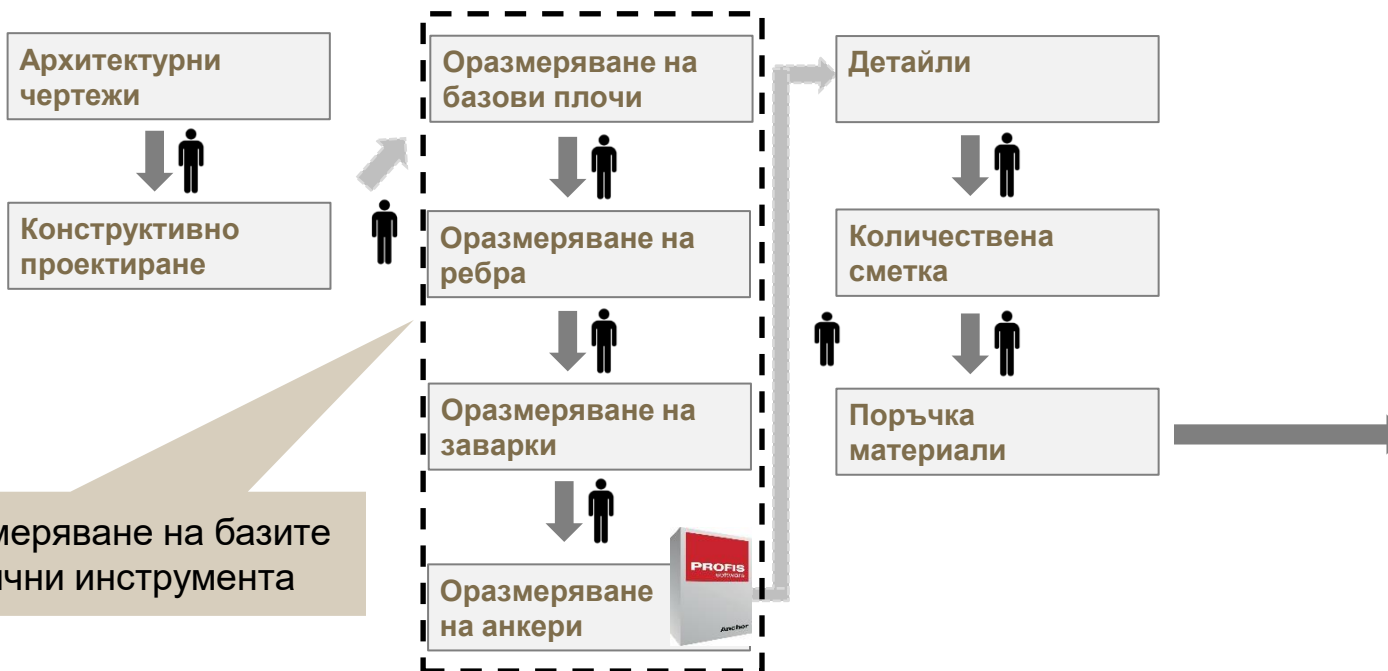
Работен процес

1. Архитектурен и конструктивен

2. Детайлиране

3. Строителство

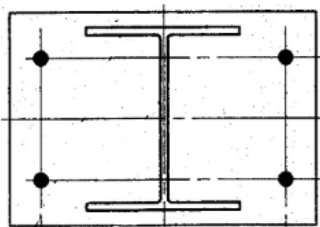
Фази на дизайна



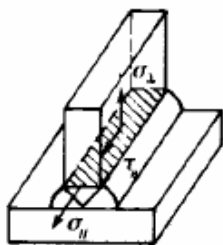
Цялостното оразмеряване на базите изисква 4 различни инструмента

# РАЗЛИЧНИ ПОДХОДИ ЗА ЕДНАКВИТЕ ФАЗИ И ПРЕКЪСВАНЕ ПО ВРЕМЕ НА РАБОТНИЯ ПРОЦЕС

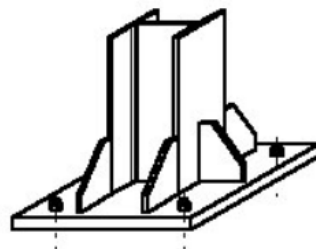
Анкерна планка



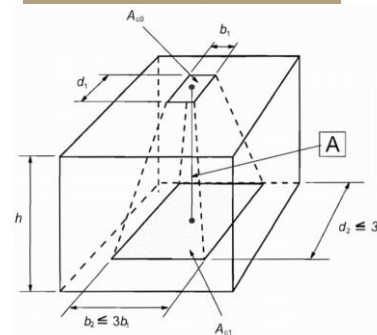
Заварки



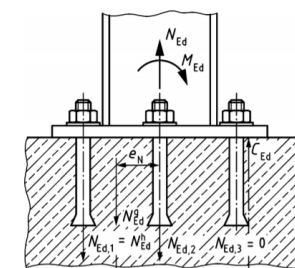
Ребра



Бетон



Анкери



Изчислителен доклад



Колко различни програми се използват за цялостно оразмеряване на базите?

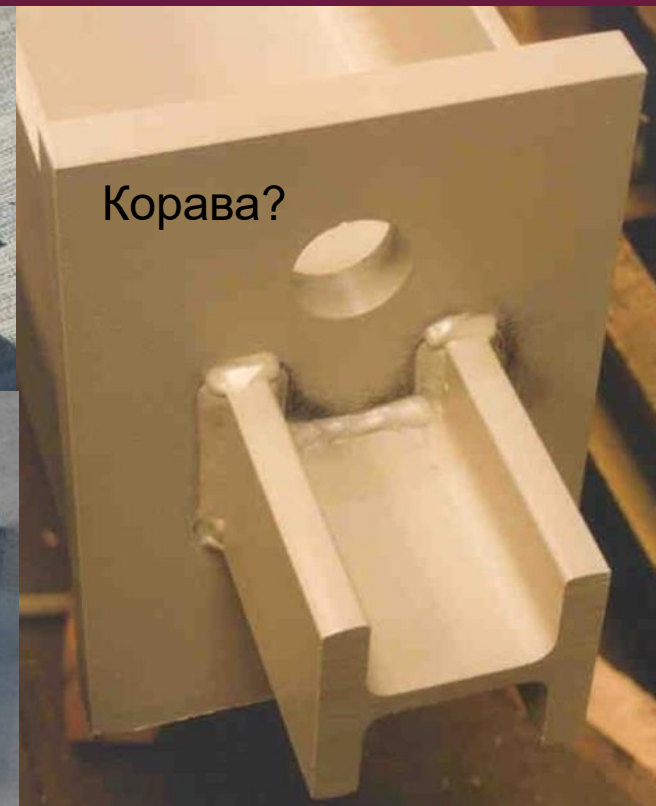


Колко време инвестирате за оразмеряването на анкерни планки с включен изчислителен доклад?



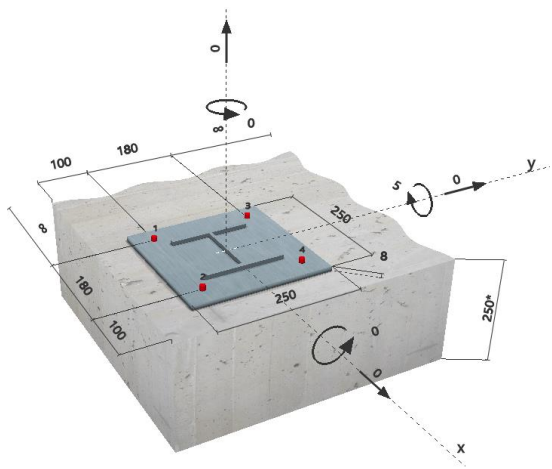
# КАК ДА РАЗБЕРЕМ ДАЛИ АНКЕРНАТА ПЛОЧА Е ДОСТАТЪЧНО КОРАВА И КОГА Е БЛИЗО ДО ТЕОРЕТИЧНИЯ МОДЕЛ?

Нормативите изискват анкерната плоча да бъде корава...



... различни базови планки, кои са корави?

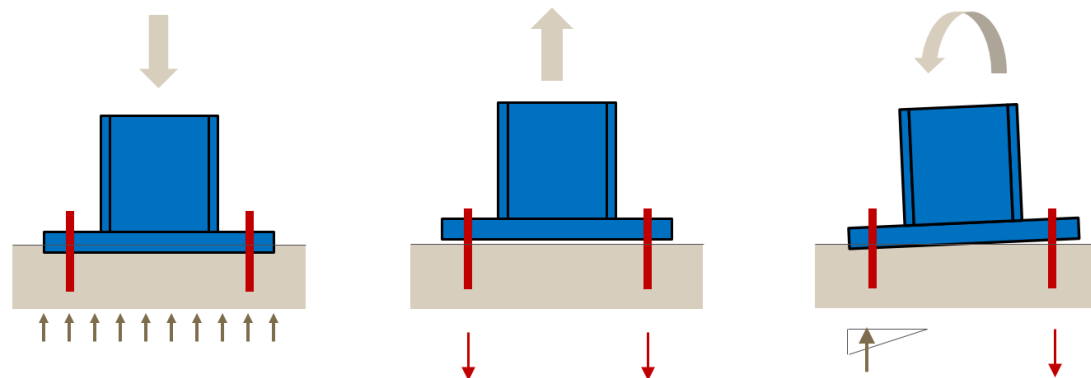
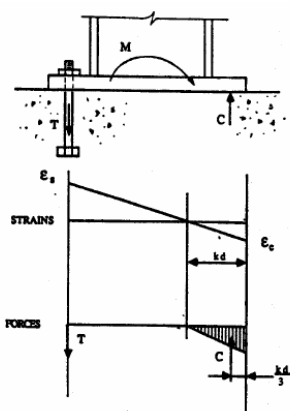
# ОСНОВНИТЕ ПРИЕМАНИЯ ПРИ ИЗЧИСЛЯВАНЕТО НА АНКЕРНИ ПЛАНКИ ЧЕСТО СА ИГНОРИРАНИ (НАПР. РЕБРА)



Разпределението на натоварването, действащо върху отделните анкери, трябва да се изчисли в еластичен (линеен) стадий въз основа на следните предпоставки:

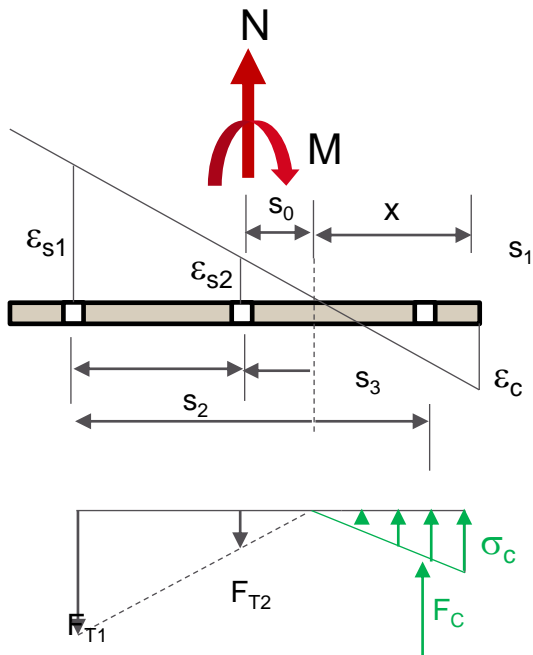
- Без деформация в планката (плоскостите остават плоски / **твърди базови планки**)
- Всички анкери в групата са с еднаква коравина. Важните механични свойства за изчисленията са напречното сечение на анкерите ( $A_s$ ) и модулът им на еластичност ( $E_s$ )
- Коравината на бетона се характеризира с неговия модул на еластичност.

## Оразмеряване на корави планки



# ХИПОТЕЗА ЗА БЕЗКРАЙНО КОРАВА АНКЕРНА ПЛАНКА ПРИ ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА АНКЕРИТЕ

- EC-2: 4 / ETAG изисква анкерната планка да бъде с **достатъчна коравина**
- Въз основа на тази хипотеза могат да се изчислят **линейни напрежения / деформации**



Условия за равновесие

$$\sum F = 0 \quad N + F_{T1} + F_{T2} + F_C = 0$$

$$\sum M = 0 \quad M + N \cdot s_0 + F_{T1} \cdot s_1 + F_{T2} \cdot s_2 + F_C \cdot s_3 = 0$$

Изчисляване на натоварването

$$F_{T1} = \sigma_{s1} \cdot A_{s1} = \varepsilon_{s1} \cdot E_s \cdot A_{s1} = \frac{\varepsilon_c \cdot (d - x)}{x} \cdot \alpha_E \cdot E_c \cdot A_s$$

$$F_{T2} = \sigma_{s2} \cdot A_{s2} = \varepsilon_{s2} \cdot E_s \cdot A_{s2} = \frac{\varepsilon_c \cdot (d - s - x)}{x} \cdot \alpha_E \cdot E_c \cdot A_s$$

$$F_C = \frac{\sigma_c \cdot x}{2} \cdot b = \frac{1}{2} \varepsilon_c \cdot E_c \cdot x \cdot b$$

## Извадка от EC-2/4 за изчислението на анкери монтирани след бетониране

### 6.2 Headed fasteners and post-installed fasteners

#### 6.2.1 Tension loads

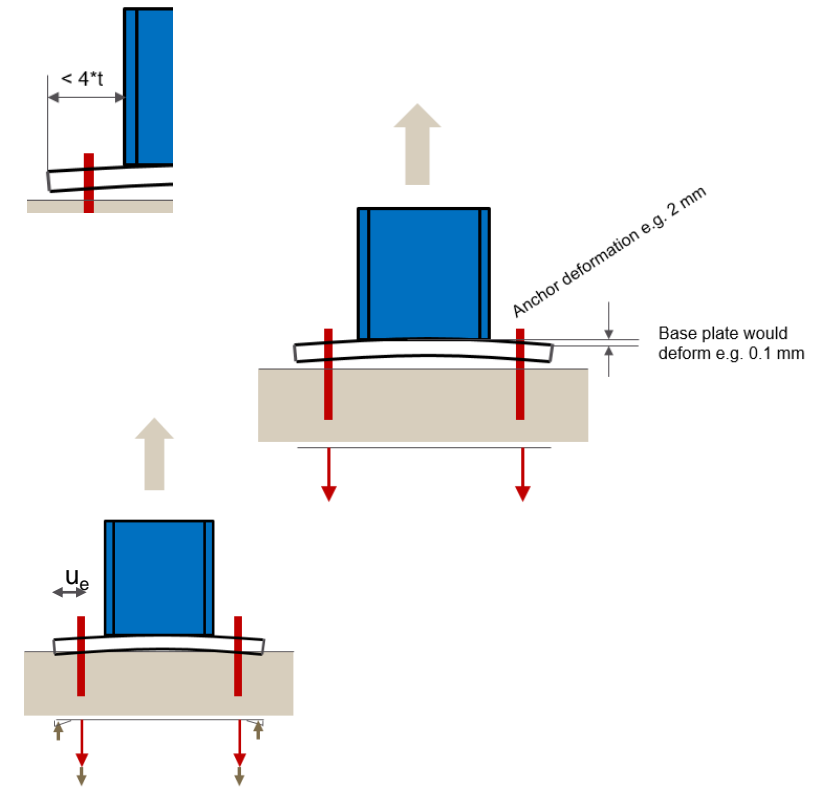
(1) The design value of tension loads acting on each fastener due to the design values of normal forces and bending moments acting on a rigid fixture may be calculated assuming a linear distribution of strains as shown in Figure 6.2 and a linear relationship between strains and stresses. If the fixture bears on the concrete with or without a grout layer, the compression forces are transmitted to the concrete by the fixture. The load distribution to the fasteners may be calculated analogous to the elastic analysis of reinforced concrete using the following assumptions (see Figure 6.2).

- The fixture is sufficiently rigid such that linear strain distribution will be valid (analogous to Bernoulli hypothesis).
- The axial stiffness of all fasteners is equal. The stiffness should be determined on the basis of the elastic steel strains in the fastener.
- The modulus of elasticity of the concrete is taken from EN 1992-1-1. As a simplification, the modulus of elasticity of concrete may be assumed as  $E_c = 30\,000 \text{ N/mm}^2$ . If no specific information is available in the relevant European Technical Product Specification, the modulus of elasticity of steel of the fastener may, as a simplification, be assumed as  $E_s = 210\,000 \text{ N/mm}^2$ .
- In the zone of compression under the fixture the fasteners do not take up normal forces.

Какво означава анкерна планка с **достатъчна коравина**?

# НЯМА ЯСНА ДЕФИНИЦИЯ ЗА ТОВА КОГА ЕДНА АНКЕРНА ПЛАНКА МОЖЕ ДА СЕ СЧИТА ЗА КОРАВА

- **Изисквания от ЕС 2-4:** деформация в анкерната планка незначителна в сравнение с преместването при анкерите
- **US ръководство TVA Стандарт за проектиране DS-C1.7.1:** разстоянието между профила и ръба на планката трябва да бъде максимум 4 пъти по дебелината на анкерната планка
- **Mallée / Riemann (1990):** напрежение < гранично напрежение (с изключение на минимална локална пластична деформация)
- Използването на армировка по подходящ начин
- **Eligehausen, Mallee, Silva (2006):** Да не се поставят анкерите далеч от ръбовете на планката, за да избегне образуването на рамо.

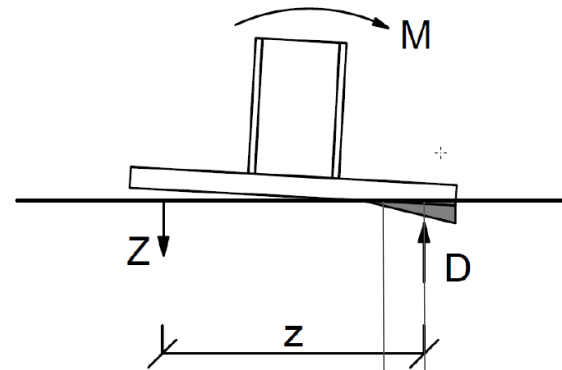


Няма еднозначен отговор. Трябва да бъде правена проверка за всеки един случай!



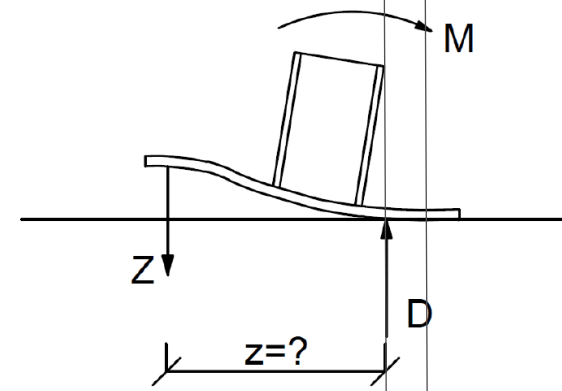
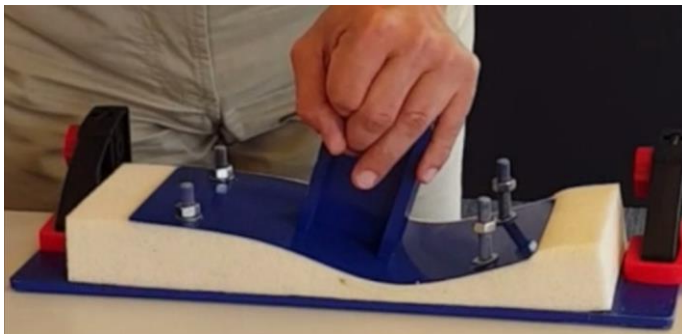
# ОПЪННИТЕ УСИЛИЯ ПРИ ГЪВКАВА АНКЕРНА ПЛОЧА Е ВЪЗМОЖНО ДА НАРАСТНАТ ЗАРАДИ: 1)РЕДУЦИРАНО РАМО...

## Корава



- Намалената коравина при гъвкава планка води до намаляване на вътрешното рамо между силите.

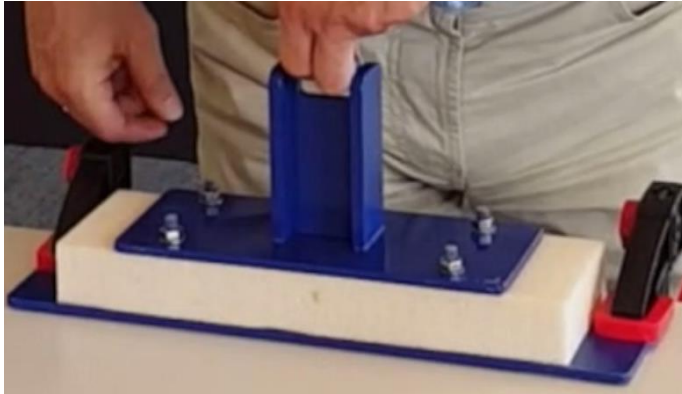
## Гъвкава



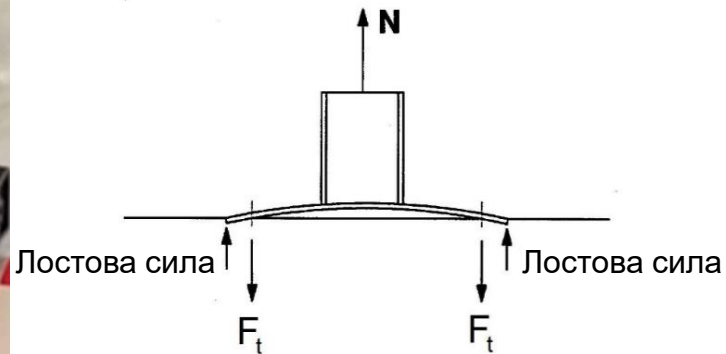
- При константен момент действащ върху анкерната планка ще получим увеличаване на опънното усилие в сравнение с напълно корава анкерна планка.

## 2) ЛОСТОВИ ЕФЕКТИ НА АНКЕРНАТА ПЛОЧА ВЪРХУ ОСНОВНИЯ МАТЕРИАЛ...

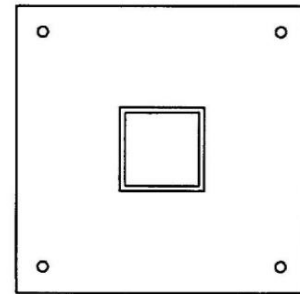
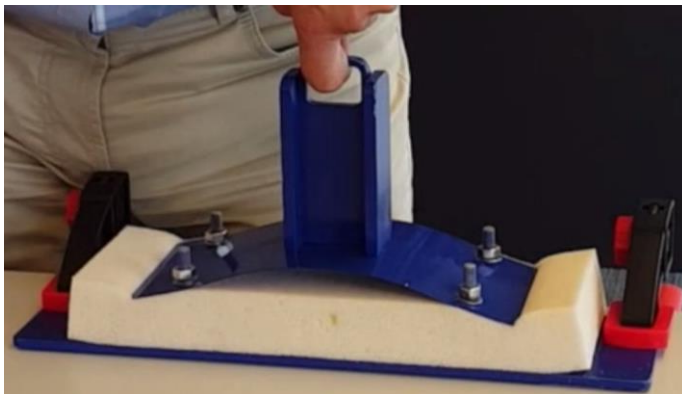
### Корава



### Гъвкава



### Гъвкава

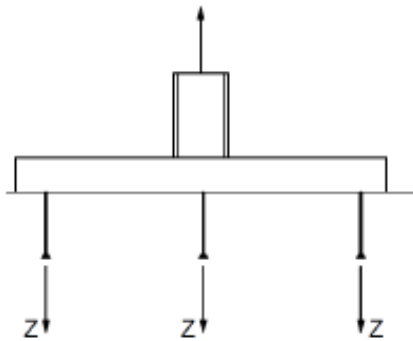


$$F_t = \frac{N}{4} + \text{Лостови сили}$$

- За гъвкава плоча при опън с големи отстояния на анкерите от профила, деформираните ръбове на плочата се притискат към базовия материал и се създават допълнителни „лостови“ усилия.
- Това увеличава изчислителното опънно усилие в анкерите.

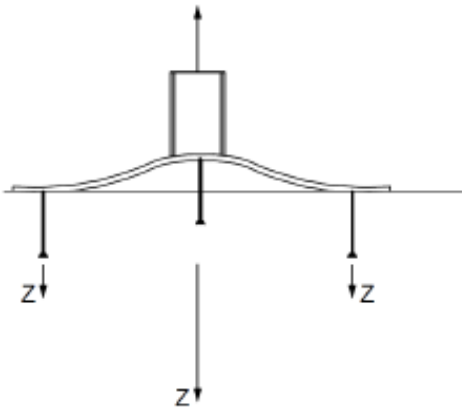
### 3) ПРЕРАЗПРЕДЕЛЯНЕ НА НАТОВАРВАНЕТО, А НЕ РАВНОМЕРНО РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА УСИЛИЯТА

#### Корава



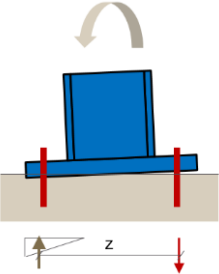
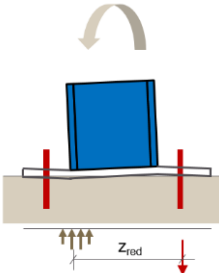
- Огъването в една гъвкава анкерната планка възпрепятства равномерното разпределение на усилията от планката към анкерите
- Анкерната планка предава по-голямо натоварване в зоните с по-голяма деформация, отколкото в зоните с по-малка деформация.

#### Гъвкава



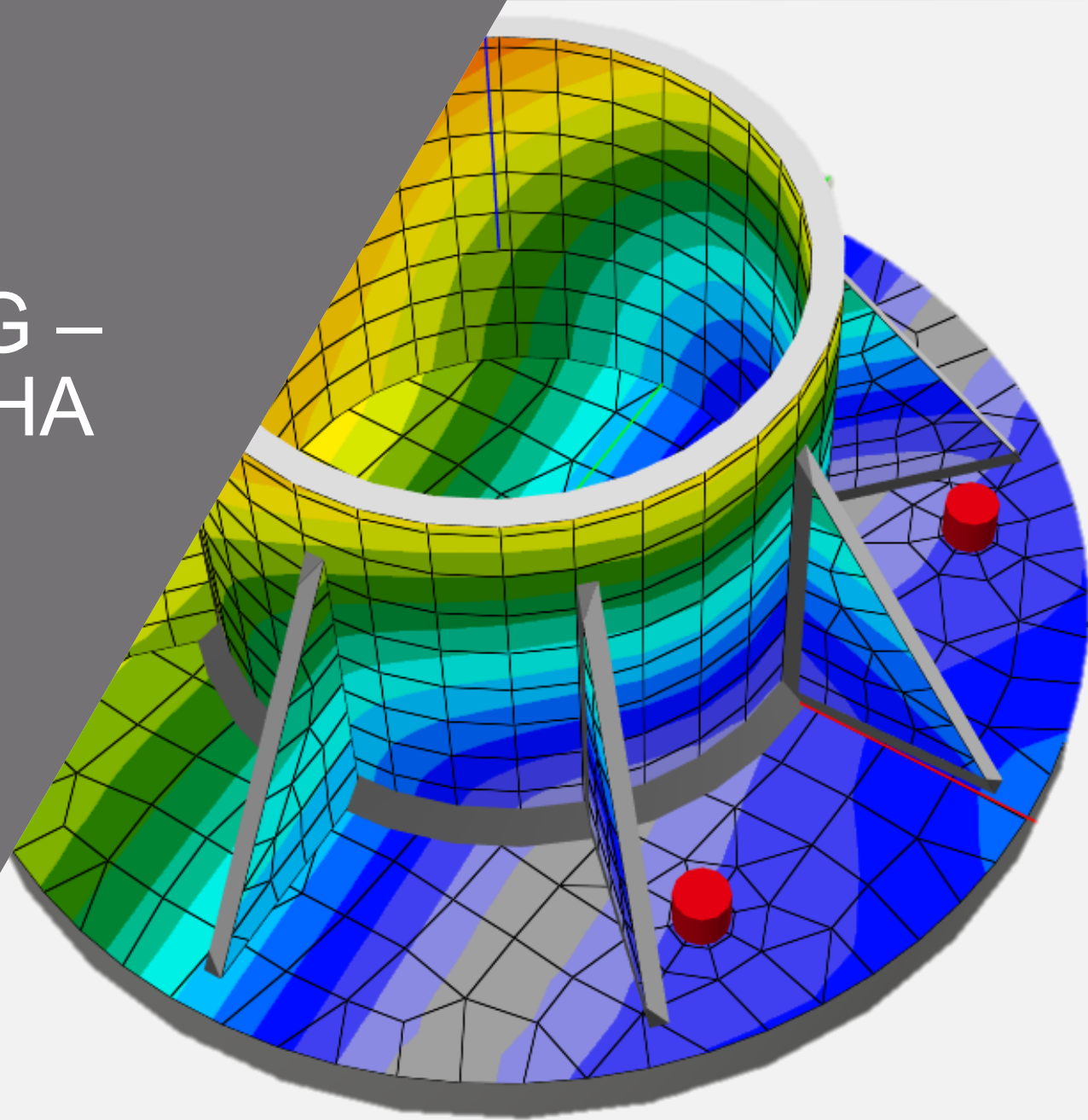
# АНКЕРИ ПРИ ГЪВКАВИ ПЛАНКИ НЕ МОГАТ ДА БЪДАТ ИЗЧИСЛЯВАНИ СПРЯМО СТАНДАРТНИТЕ РЪКОВОДСТВА & СТАНДАРТИ

ETAG 001 annex C, EOTA TR029, Еврокод 2–4

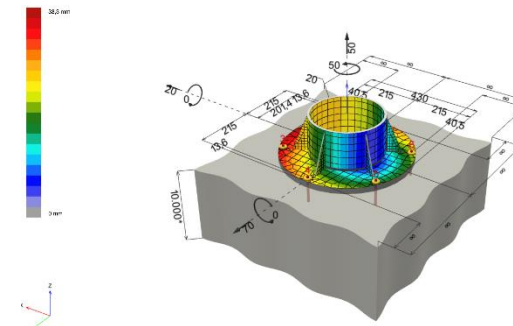
	Усилие	Носимоспособност	Оразмеряване
<b>Корава</b> 	Определено	Определено	⇒ <b>Възможно</b>
<b>Гъвкава</b> 	Определено	Неопределено	⇒ <b>Не е възможно</b>

Европейските нормативи (ETAG 001 Annex C, EOTA TR029, ЕВРОКОД 2-4) определят разпределението на товарите (**въздействие**) за гъвкави планки, но регулират **носимоспособността** само при корави анкерни планки.

### 3. PROFIS ENGINEERING – ИНТЕГРИРАН ПРОЦЕС НА ОРАЗМЕРЯВАНЕ



# PROFIS ENGINEERING ЗА УВЕЛИЧАВАНЕ НА ПРОДУКТИВНОСТТА ПРИ ИЗЧИСЛЕНИЯ



Участници

Работен процес

1. Архитектурен и конструктивен

2. Детайлиране

Фази на проектиране

Архитектурна



Конструктивна



Анкерна планка

Ребра

Заварки

Проверка за натиск в бетона

Анкери



Детайли

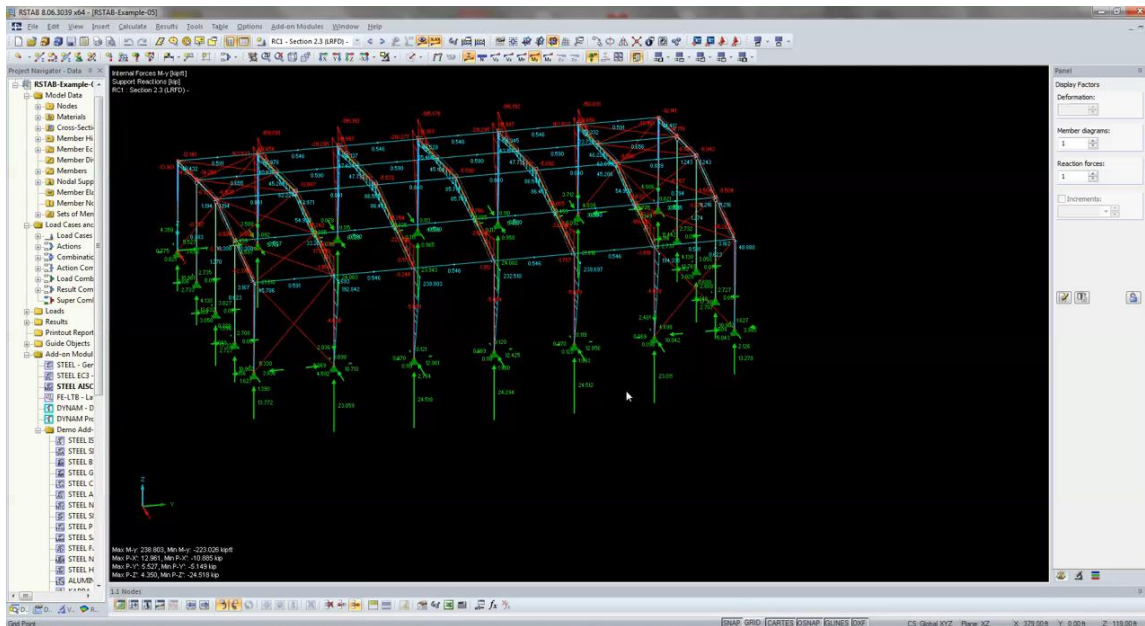


Интегриране на софтуер



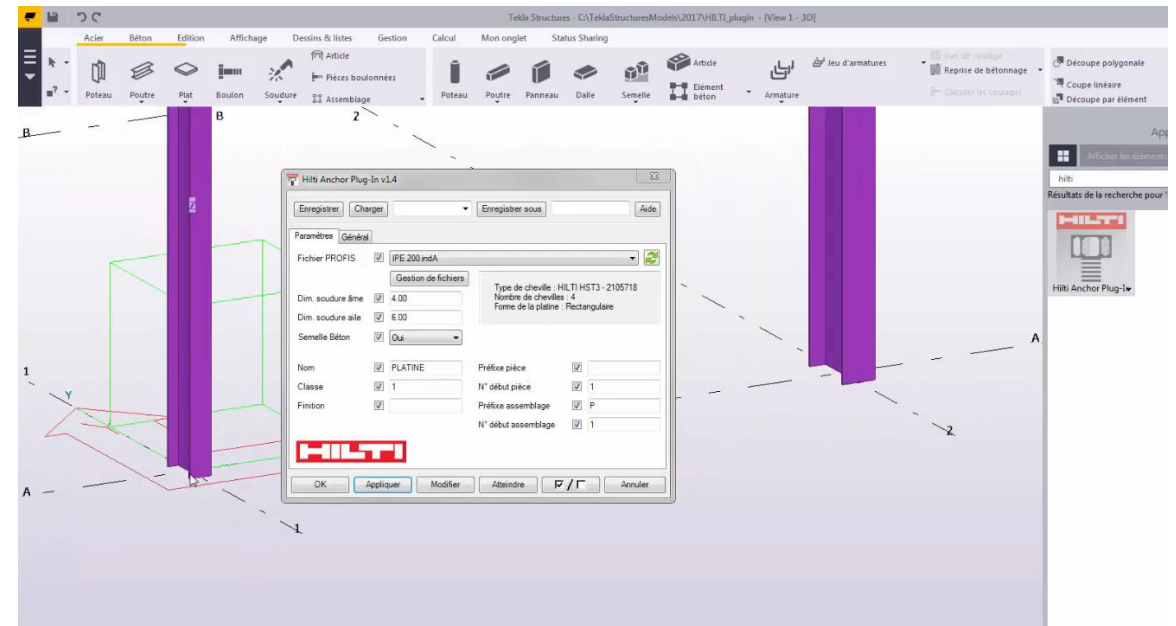
# PROFIS ENGINEERING Е СЪВМЕСТИМ СЪС СОФТУЕРИ ЗА ИЗЧИСЛЕНИЯ И СЪЗДАВАНЕ НА ЧЕРТЕЖИ

## Конструктивни софтуери



- Пълна съвместимост с приставка към **SAP2000** за импортиране на товарни комбинации
- Незабавно копиране/поставяне на товарните комбинации от **основни конструктивни софтуери**

## BIM/CAD софтуери



- Пълна съвместимост с приставка към **TEKLA** за експортиране на чертежи
- 2D/3D сваляне или качване за 25 различни формата

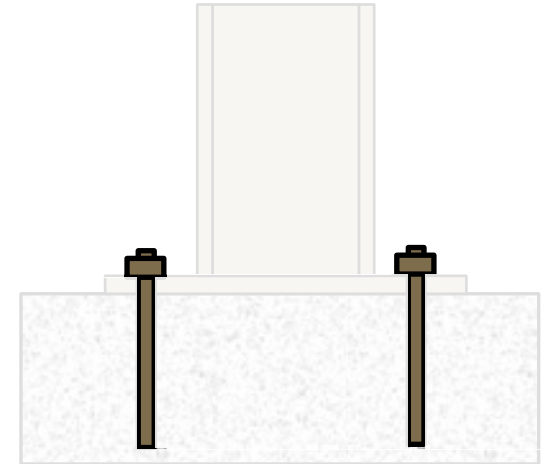
# КОРАВИНАТА НА ЕДНА ПЛАНКА СЕ ВЛИЯЕ ОТ МНОГО ПАРАМЕТРИ – МАЛКИ ПРОМЕНИ ИМАТ ГОЛЯМО ВЛИЯНИЕ





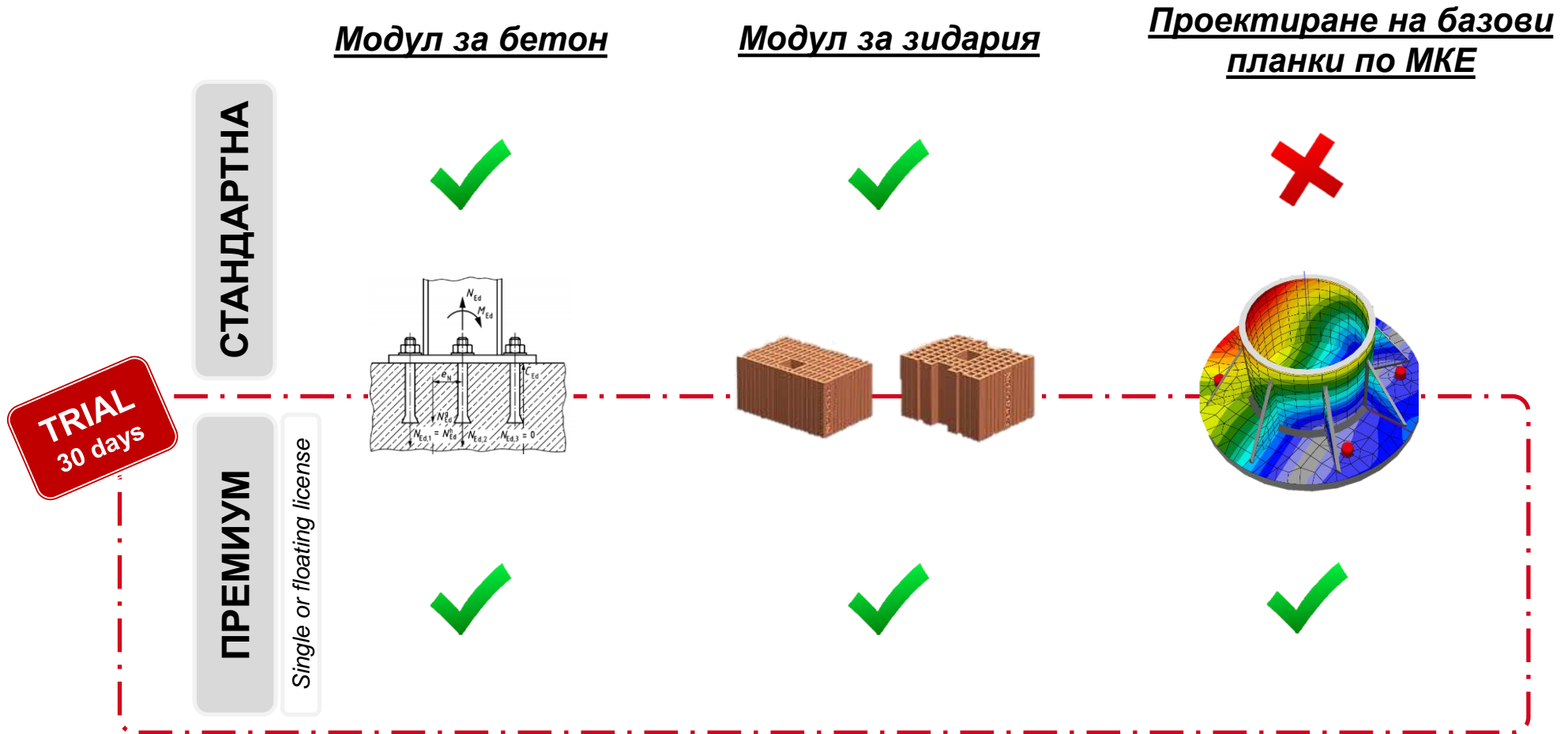
# ДА ОБОБЩИМ КАКВО ВИДЯХМЕ ДОСЕГА ДНЕС

- Анкерите са елемент от приложението на базови плочи, чието оразмеряване се регулира от новия **Еврокод 2 част 4**
- Квалификацията, която е необходима за структурен анкер почти винаги е С2 както е уточнено в **Еврокод 2 част 4**
- Приложението е съставено от няколко различни фази, към които доста често **няма стандартизиран подход** в процеса на проектиране
- Съгласно EC-2:4 **базовата анкерна плоча** трябва да бъде разглеждана като корава, за да се използват **линейни напрежения / деформации**.
- **PROFIS Engineering** ви позволява да подходите към фазите на цялостното проектиране на този тип възли по интегриран начин



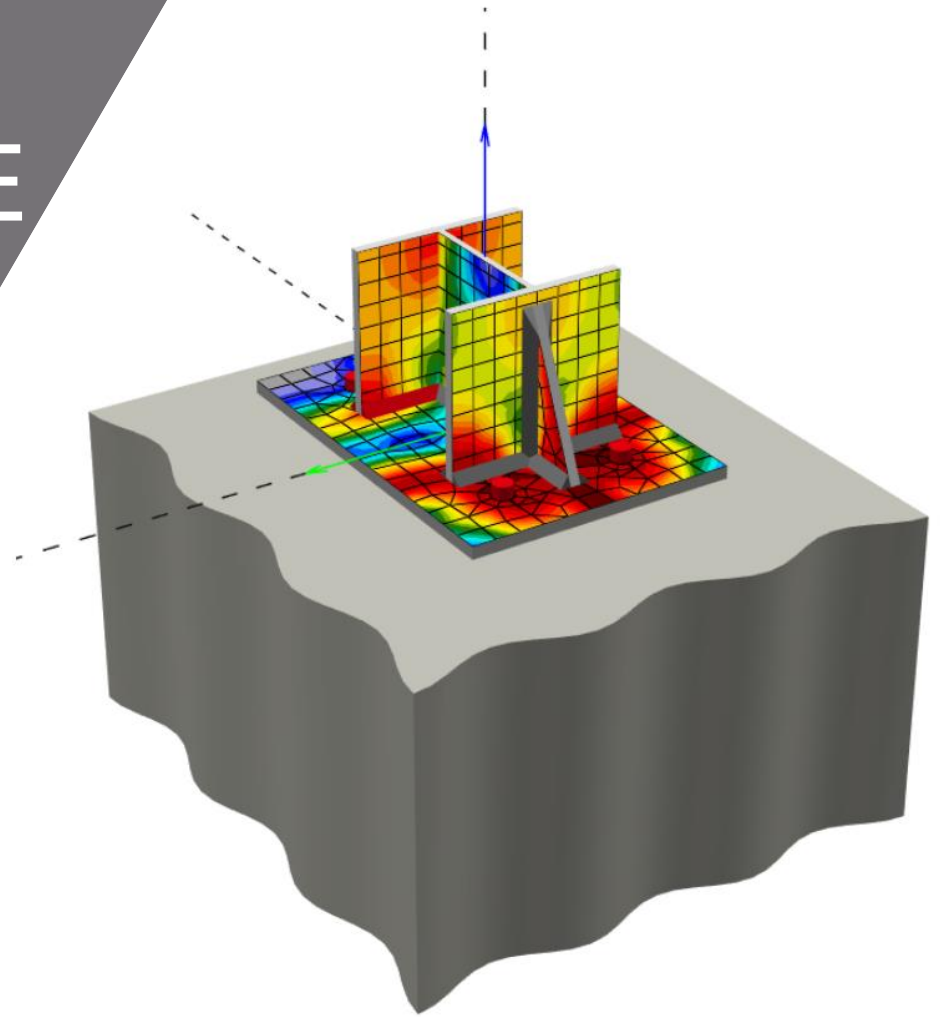
# ПЛАТФОРМА PROFIS ENGINEERING

## PROFIS ENGINEERING



**TRIAL**  
30 days

# 4. СВФЕМ & КОНСТРУИРАНЕ НА ВЪЗЛИ

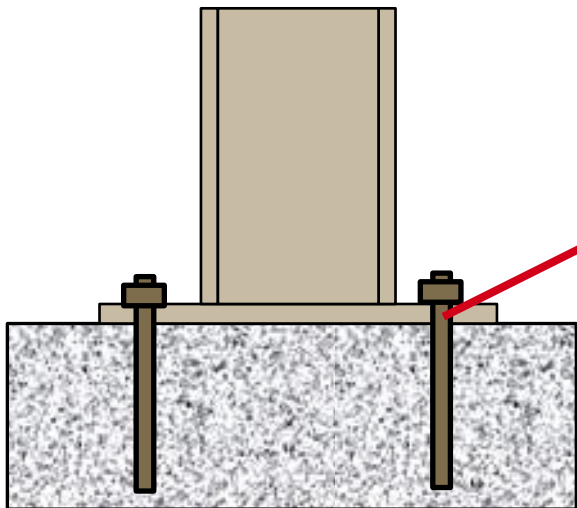


# КАКВО МОЖЕМ ДА ОРАЗМЕРИМ С PROFIS И СВFEM?

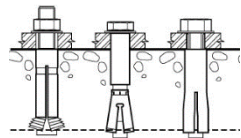
## Стандартите за оразмеряване на стомана към бетон

Стоманена конструкция:

EC3  
AISC  
AS / STO / IN / etc.



След бетониране  
(стандарти за анкери: ETAG,  
EC, ACI, STO, AS...)

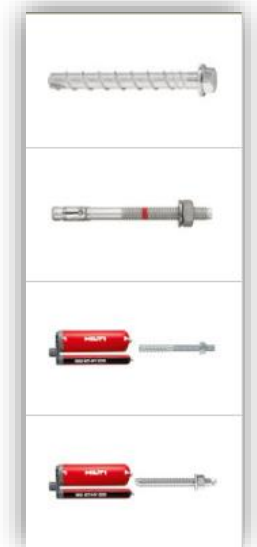
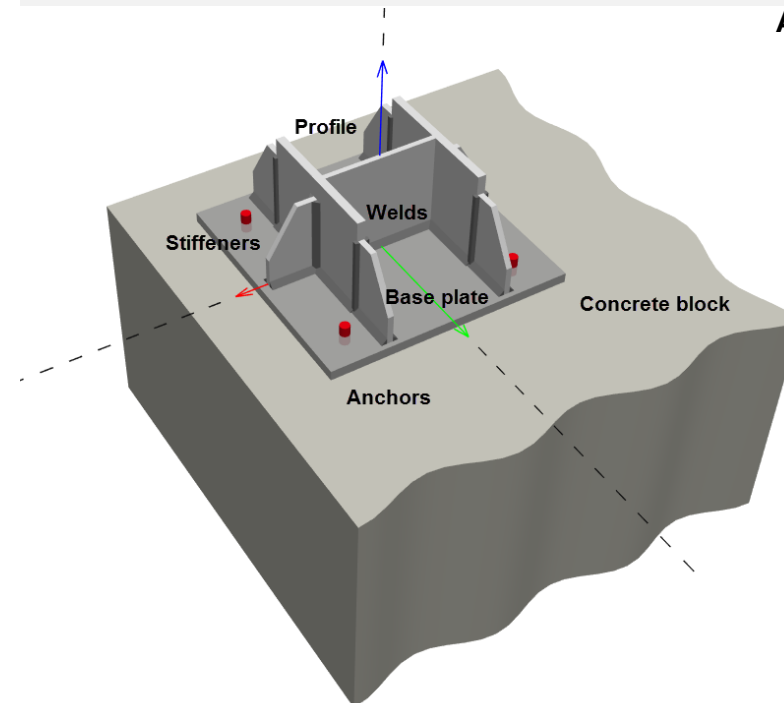


Бетонова конструкция:

EC2  
AISC  
AS / STO / IN / etc.

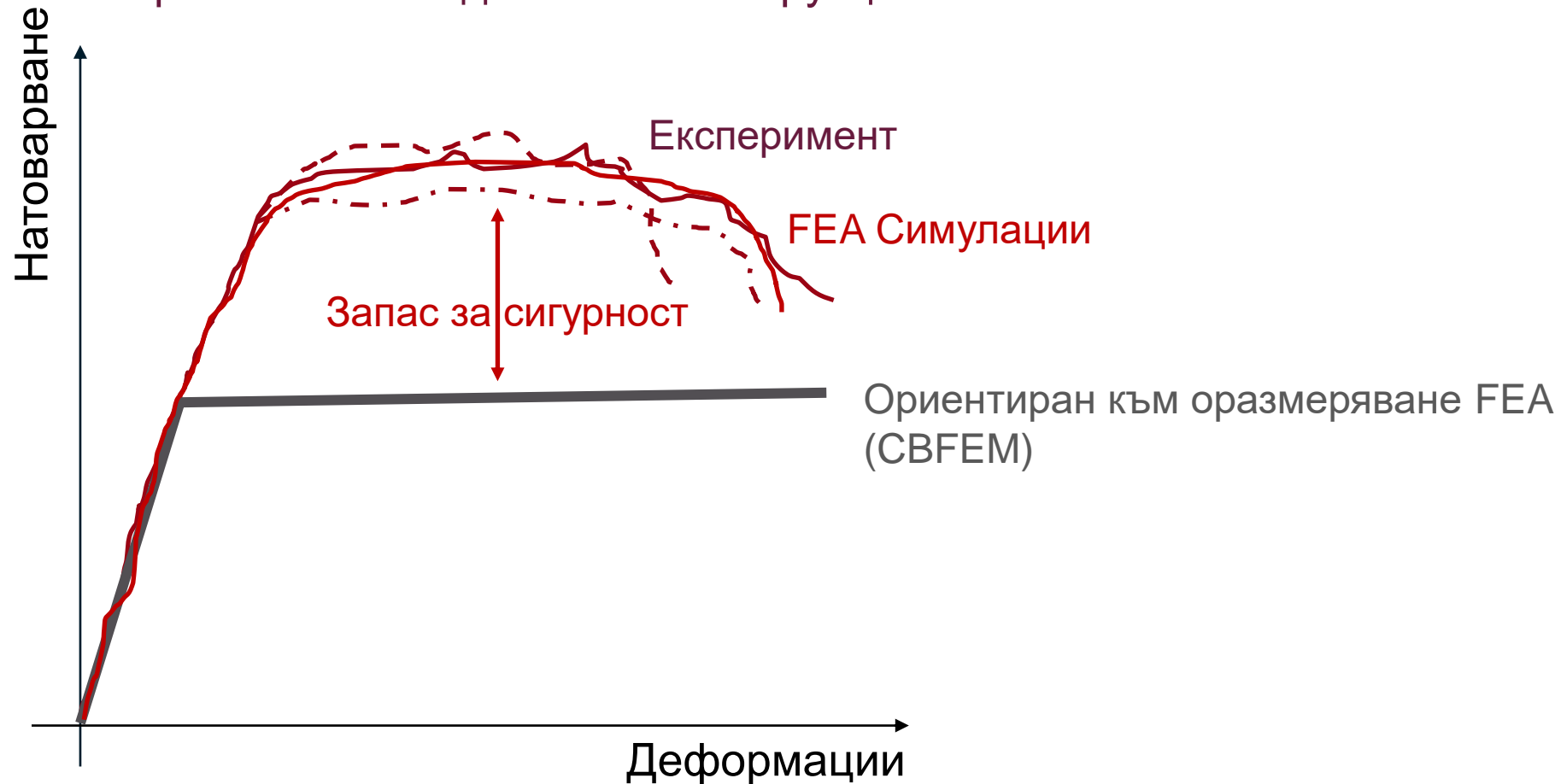
## Проектиране на стоманени възли към бетон

Анкери след бетониране



# ОРАЗМЕРЯВАНЕТО Е СЪОБРАЗЕНО СЪС СТАНДАРТИТЕ

Ориентиран към оразмеряване FEA е оптимизиран метод, с който резултатите са съобразени с проверките в стандартите и едновременно отчита реалното поведение на конструкцията.



# КОИ СА ДЕТАЙЛНИТЕ ПРОВЕРКИ

## Проверки на анкерите

1 Повреда в стоманата на крепежа при опън

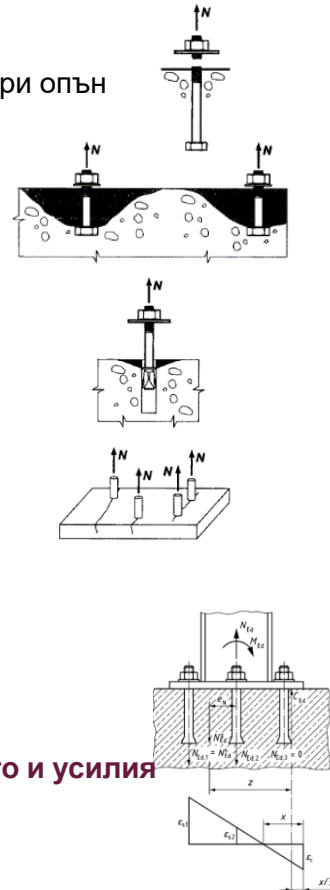
2 Повреда с бетонов конус

3 Изтръгване

4 Разцепване на бетона

...

i **Разпределение на натоварването и усилия в анкерите**



Адаптирано от EN1992-4, Таблица 7.1

## Проверки на възела

1 Срязване в стеблото на профила

2 Местен напречен натиск в стеблото

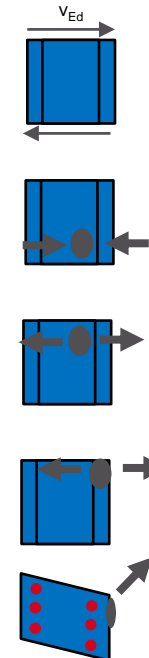
3 Местен напречен опън в стеблото

4 Огъване на пояса на колоната

5 Огъване на плочата

...

...



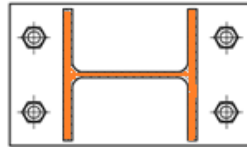
Адаптирано от EN1993-1-8, Таблица 6.1

# ОРАЗМЕРИТЕЛНИ ПРОВЕРКИ В PROFIS ENGINEERING

Оразмерителни проверки за всички компоненти на възела съгласно стандартите Еврокод (ACI, STO, AS, IN,...) :

- Пример с EN1993 и EN1992:

## Профил & ребра

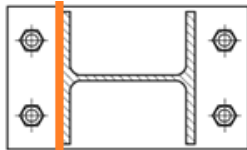


Проверка на напреженията/деформациите в профила и ребрата, без проверка на устойчивост на рамките.

Von Mises напр.  $\sigma_{Ed,eq,max} \leq f_{yd}$  EN1993-1-6, глава 6.2

Гранични деформ.  $\varepsilon_{pl,max} \leq 0.05$  EN1993-1-5, EN1993-1-5, С8 Бележка 1

## Базова плоча



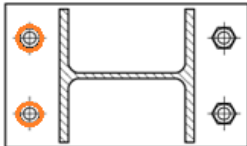
Von Mises напр.  $\sigma_{Ed,eq,max} \leq f_{yd}$  EN1993-1-6, глава 6.2

Гранични деформ.  $\varepsilon_{pl,max} \leq 0.05$  EN1993-1-5, EN1993-1-5, С8 Бележка 1

Приближение на базовата плоча до корава, инженерна преценка

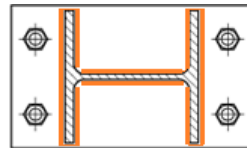
Смачкване на отворите  $V_{Ed} \leq F_{b,Rd}$ , EN1993-1-8 глава 3.6.1

## Анкери



Форми на разрушение на анкерите съгласно EN1992-4

## Заварки

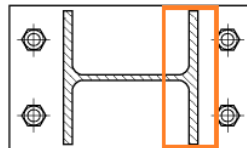


Ъгловите шевове се проверяват съгласно метод на приведени напрежения, EN 1993-1-8 4.5.3.2(6)

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5} \leq f_u / (\beta_w \gamma_{M2})$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0.9 f_u / \gamma_{M2}$$

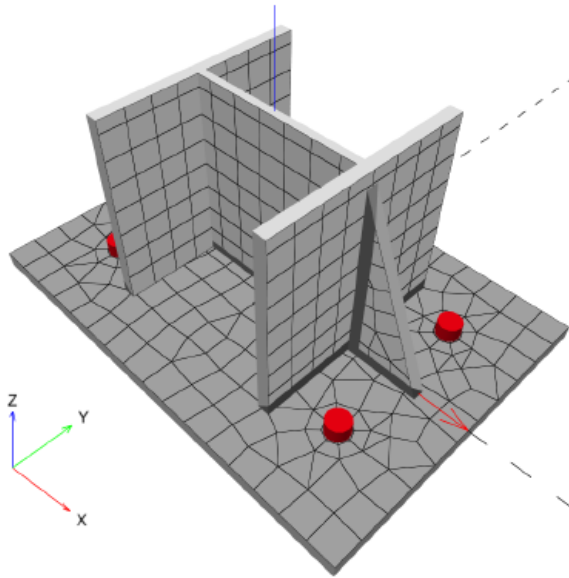
## Бетон (под плочата)



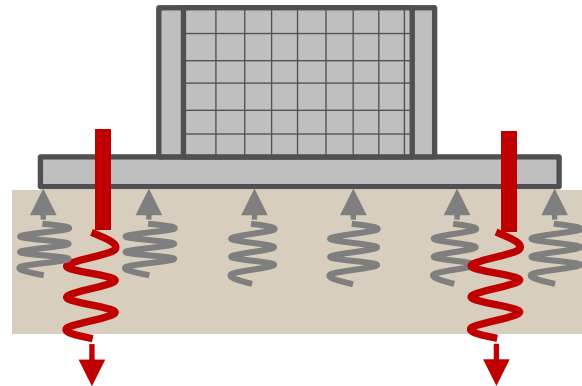
$\sigma_{c,Ed} \leq f_{jd} = \beta_j k_j f_{ck} / \gamma_c$  EN1993-1-8, глава 6.2.5 и EN1992-1, глава 6.7

# КРАЙНИ ЕЛЕМЕНТИ И ГРАНИЧНИ УСЛОВИЯ

Мрежа на крайните елементи



Моделиране на граничните условия



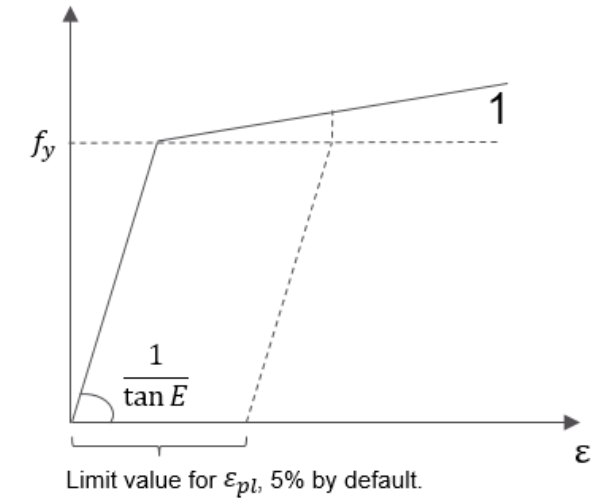
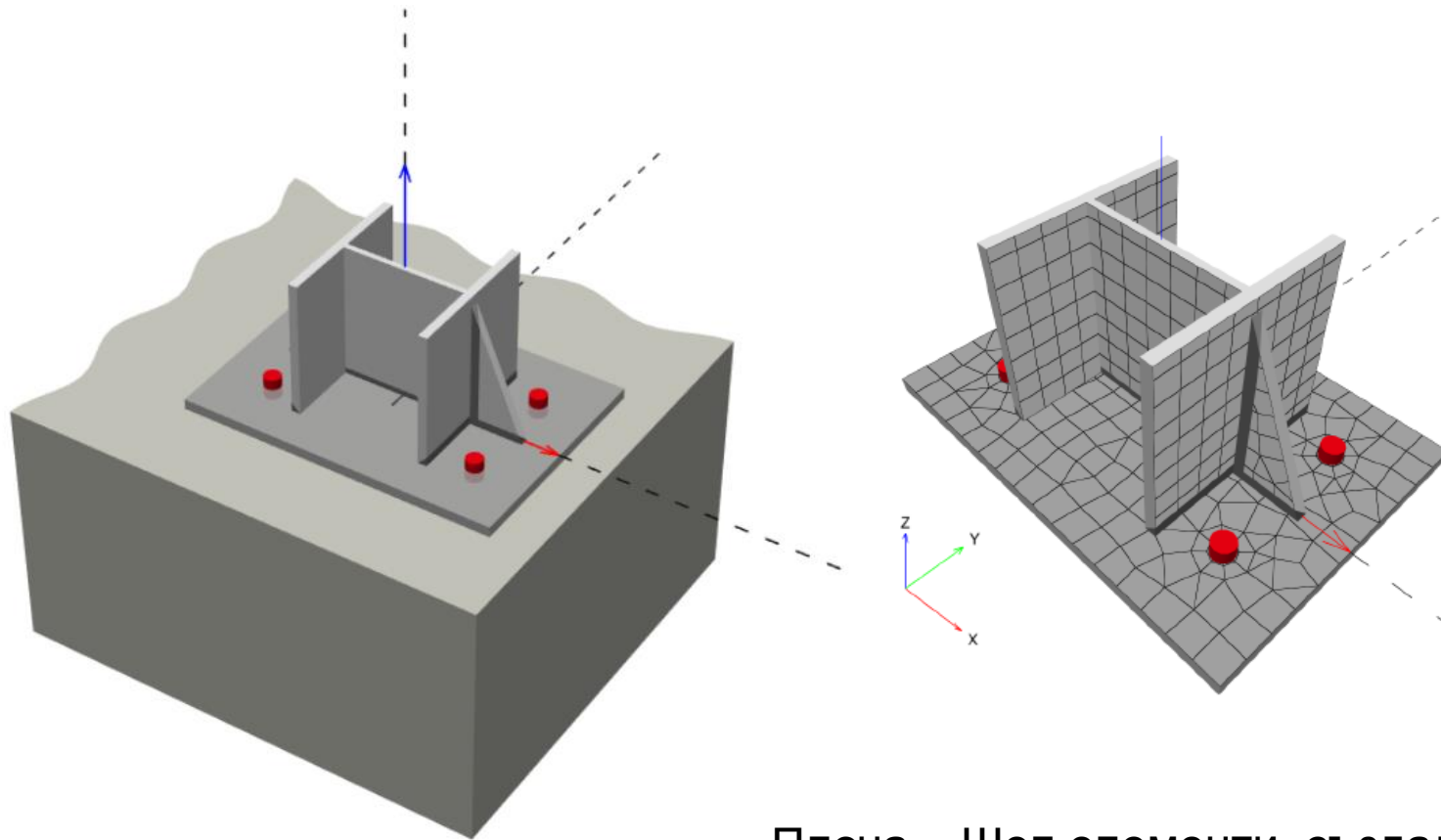
**Бетонът** се моделира с натискава пружинна константа

**Анкерът** се моделира с опънна пружинна константа

**Стоманата** се дефинира с „шел“ (черупки) елементи



# МОДЕЛ НА СТОМАНЕНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ



Плоча – Шел елементи, създадени в централната ос на плочата

Профил/ребра – Шел елементи свързани с челни заваръчни шевове

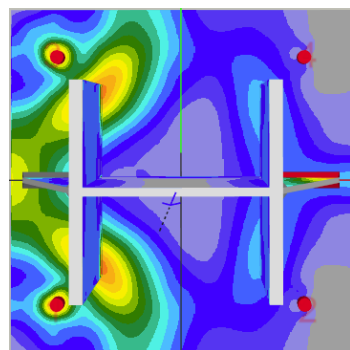
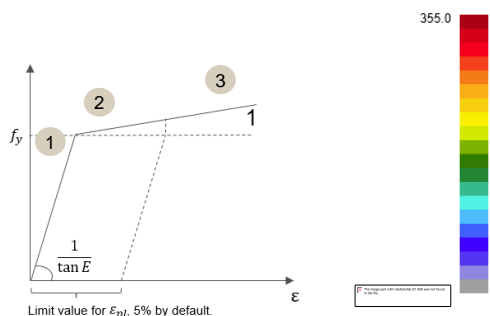
Стомана с нелинейни свойства

# СВФЕМ – СТОМАНА: ПРОФИЛ, ПЛАНКА (И РЕБРА) ПРИМЕРИ

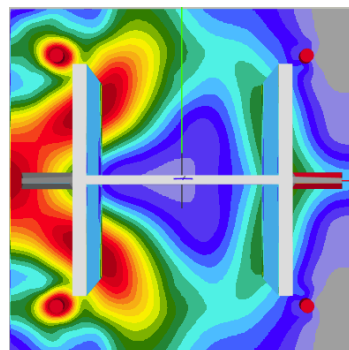
1 Ниски нива на напрежение      2 Провалчане      3 Претоварване

50kNm      75kNm      100kNm      125kNm      150kNm

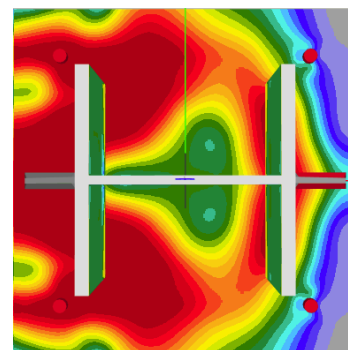
Еквиваленти напрежения  
в стоманата



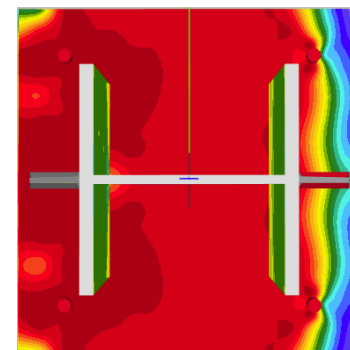
$\sigma_{max} = 304\text{MPa}$  ✓



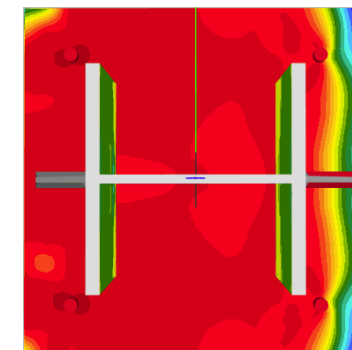
$\sigma_{max} = 355\text{MPa}$  ✓



$\sigma_{max} = 355.1\text{MPa}$  ✓

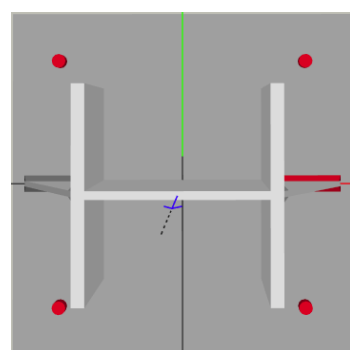
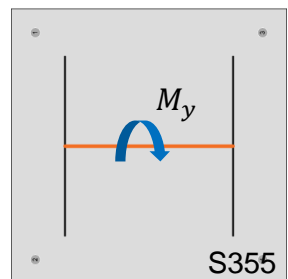


$\sigma_{max} = 370.7\text{MPa}$  ✗

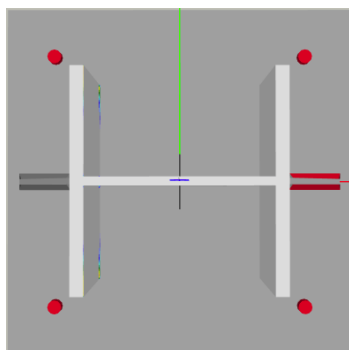


$\sigma_{max} = 394.9\text{MPa}$  ✗

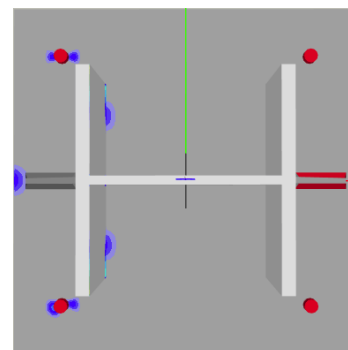
Plastic strain



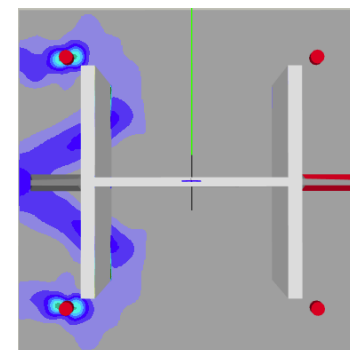
$\epsilon_{pl,max} = 0\%$  ✓



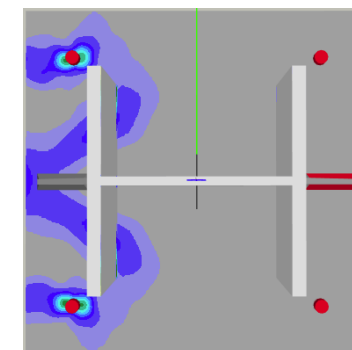
$\epsilon_{pl,max} = 0.1\%$  ✓



$\epsilon_{pl,max} = 0.4\%$  ✓

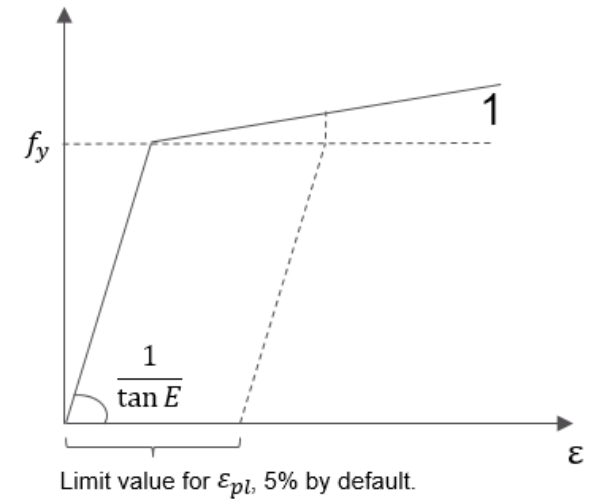
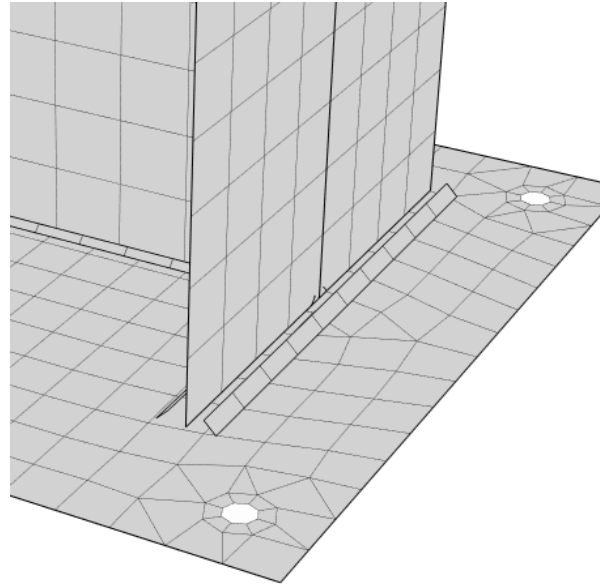
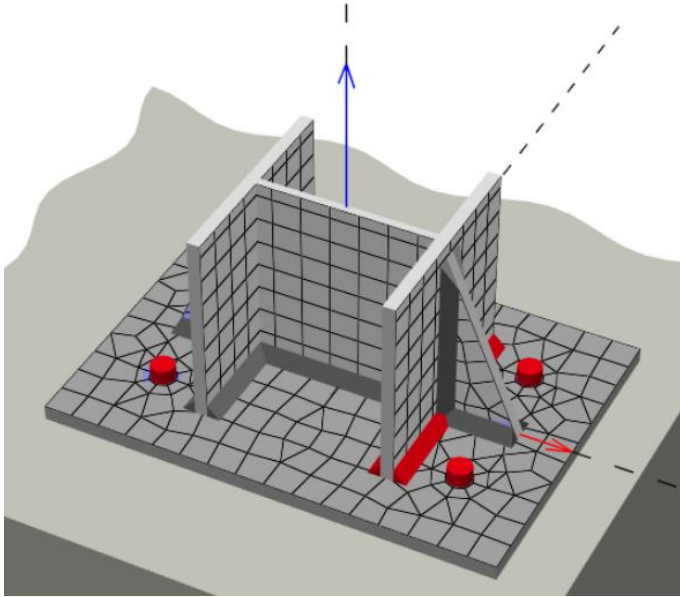


$\epsilon_{pl,max} = 7.5\%$  ✗



$\epsilon_{pl,max} = 19\%$  ✗

# МОДЕЛ НА ЗАВАРКИТЕ



Съгласно геометрията на заварките

Коравина на заварките

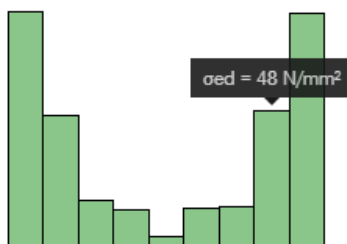
Дуктилност

**Преразпределение на напреженията по дължина на заварката**

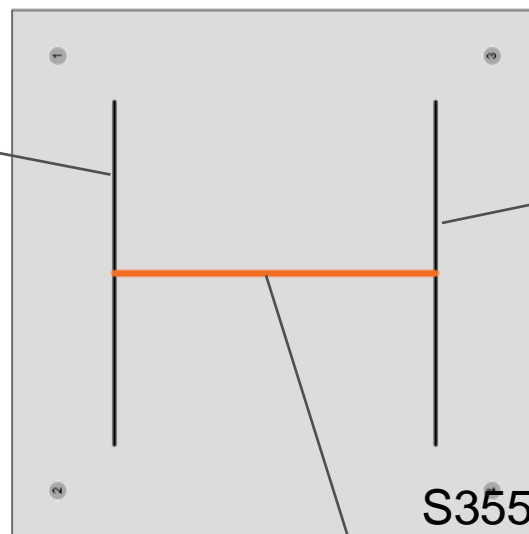
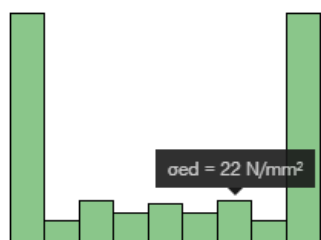
# СВФЕМ – ЗАВАРКИ РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА УСИЛИЯТА НА ЪГЛОВИ ШЕВОВЕ

## Шев ляв фланш

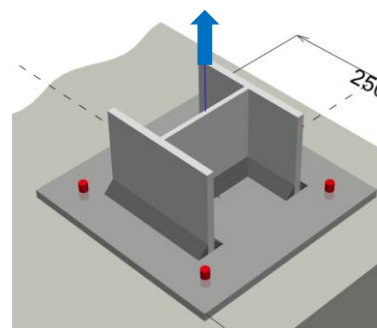
### Вътрешен шев



### Външен шев

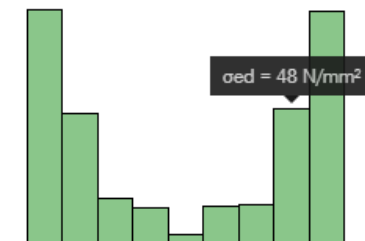


S355

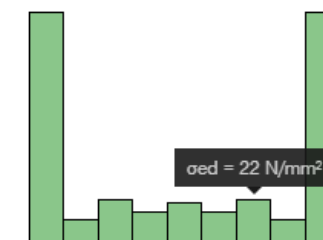


## Шев на десен фланш

### Вътрешен шев

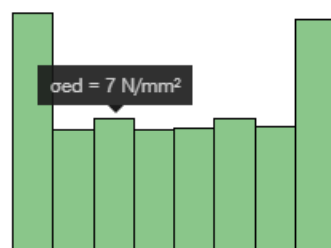


### Външен шев

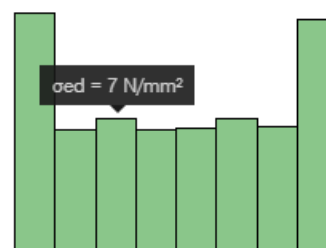


## Стебло

### Горен шев



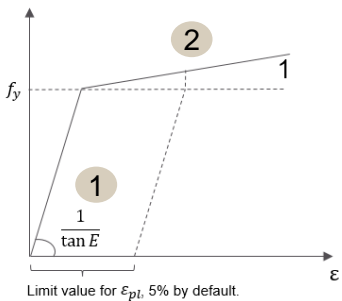
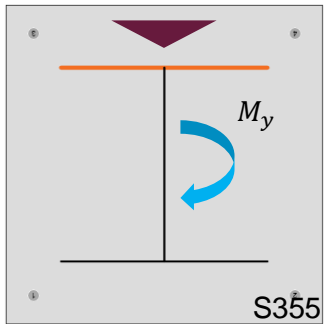
### Долен шев



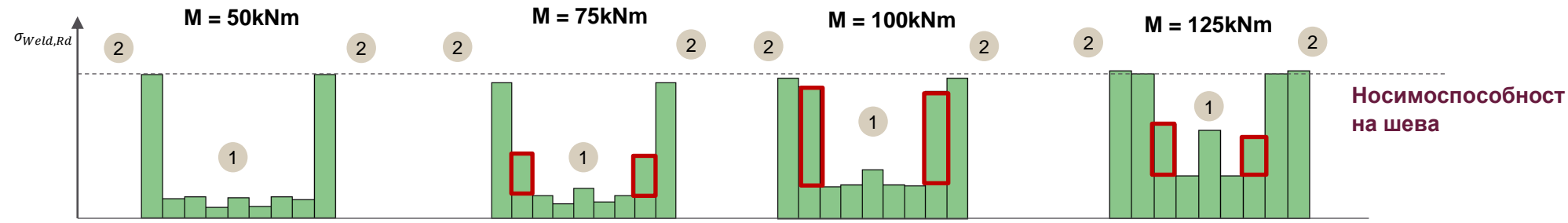
# СВФЕМ – ЗАВАРКИ

## ПРЕРАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА УСИЛИЯТА ПРИ ЪГЛОВИ ШЕВОВЕ

Пример на външен шев на фланш при огъване около една ос



Напрежения в шева



Пластични деформации



Външните нишки на шева са близо до максимална използваемост ✓



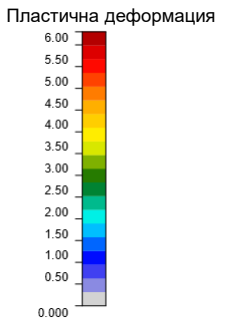
Допълнително натоварване се преразпределя на съседните на крайните нишки ✓



Допълнителното усилие натоварва съседните нишки близо до максималната използваемост ✓



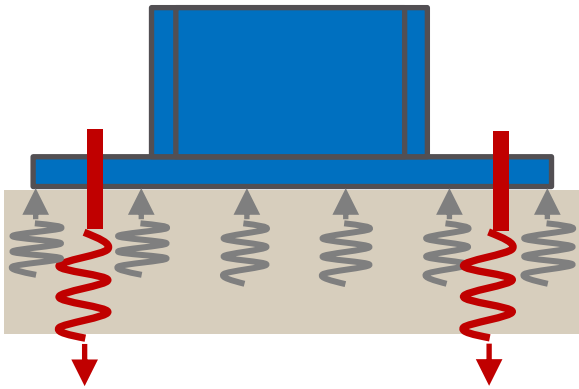
Шевът е претоварен ✗



- 1 Еластичен стадий: ниски нива на напрежения
- 2 Пластичен стадий: високи нива на напрежения и преразпределение на усилията. Развиват се деформации ( $\epsilon$ ) с преразпределение на усилията.

# МОДЕЛ НА БЕТОНОВИЯ БЛОК

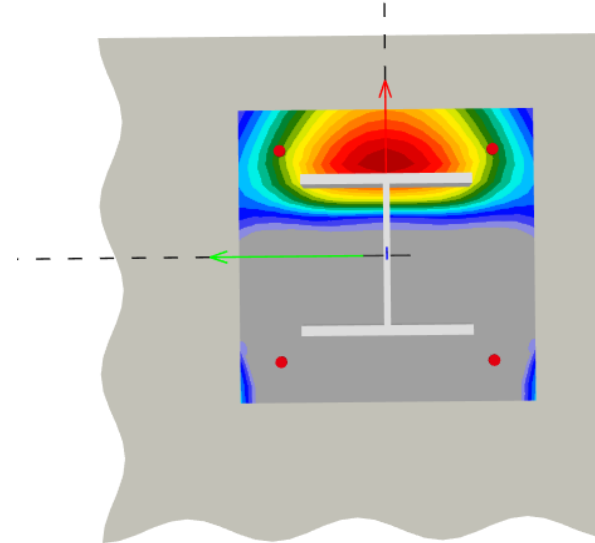
## Модел на опорите



**Бетонът** е моделиран с натискава пружинна константа

**Winkler-springs simulate foundation**

## Контактни напрежения м/у базова плоча и бетон



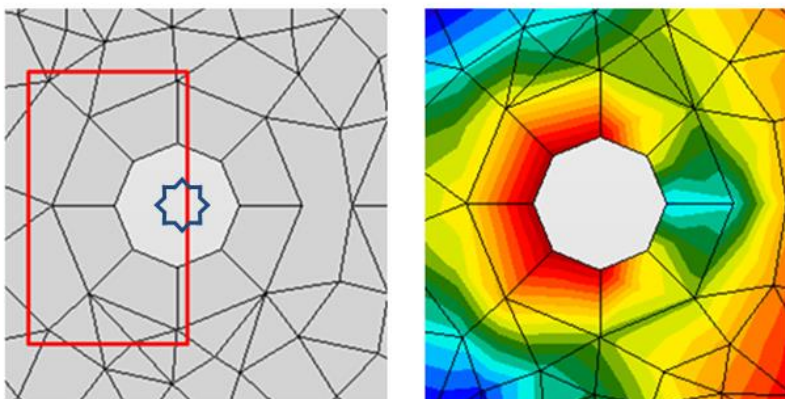
**Лостовите сили** включват допълнително усилие в анкерните болтове

# МОДЕЛ НА АНКЕРИТЕ



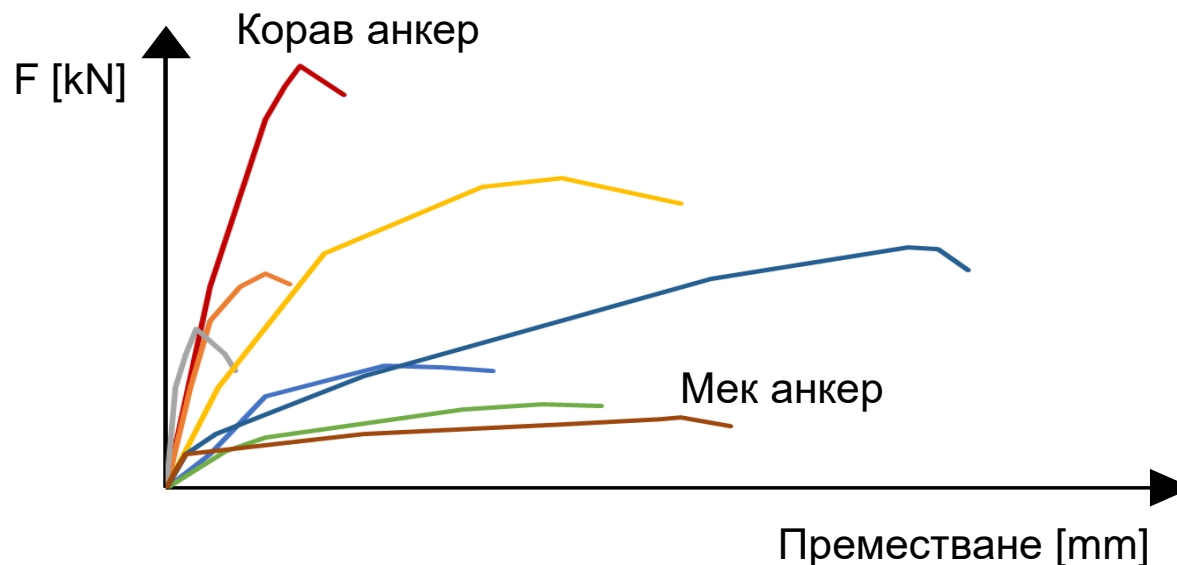
## Срязване

Анкерите се моделират с нелинейни опънни пружинни константи



## Опън

Отчита се коравината на различните крепежни системи

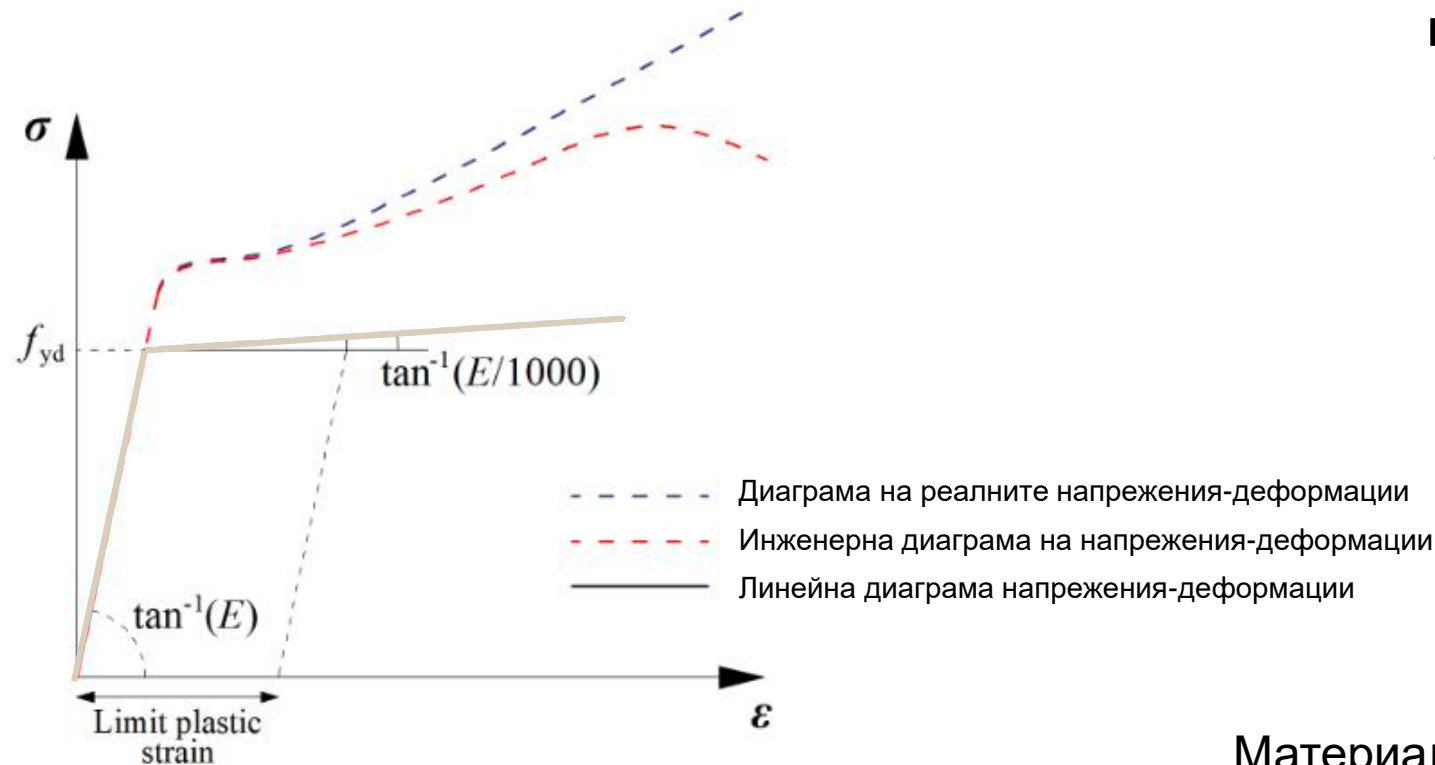


Материалните свойства на анкерите се базират на експерименталните изследвания на Хилти, които се използват за издаването на одобренията на елементите.

Коравината на анкерите е специфична характеристика за всеки отделен продукт

# АНАЛИЗ (МНА И ГМНА)

**МНА** – Материален нелинеен анализ



**ГМНА** – Геометричен и материален нелинеен анализ

Увеличена точност

Препоръчителен за **профили с кухи сечения**

Материален модел ориентиран към оразмеряване

Проверка на планките с **еквивалентни пластични деформации**





**БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕТО!**

**ХИЛТИ България ЕООД  
Бизнес парк София, сграда 11а, етаж 4  
София 1766**



**инж. Емануил Джевизов**  
инженер-консултант, Северна България

т +359 2 976 00 37 | м +359 889 299 663  
е [emanuil.dzhevizov@hilti.com](mailto:emanuil.dzhevizov@hilti.com)

**инж. Гергана Боева**  
инженер-консултант, София

т +359 2 976 00 37 | м +359 884 844 066  
е [gergana.boeva@hilti.com](mailto:gergana.boeva@hilti.com)

**инж. Цветелина Петкова**  
инженер-консултант, Южна България

т +359 2 976 00 41 | м +359 889 008 508  
е [tsvetelina.petkova@hilti.com](mailto:tsvetelina.petkova@hilti.com)