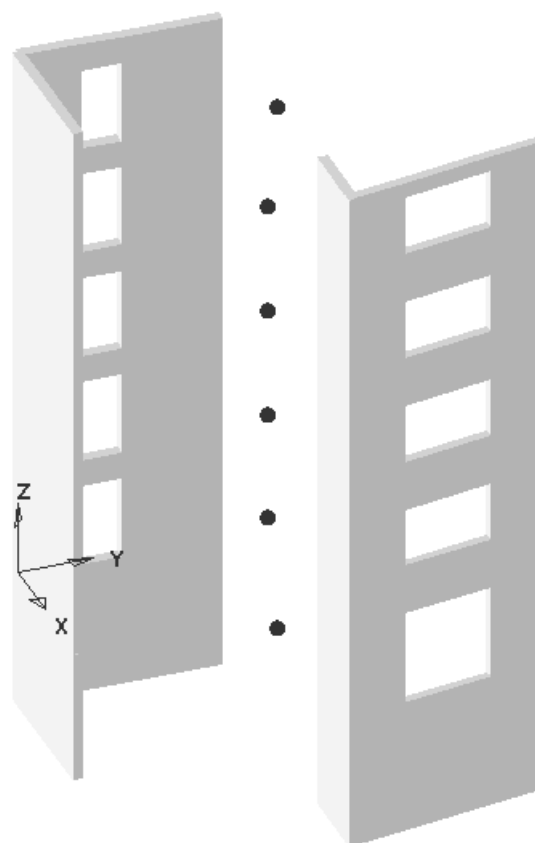


ПРОГРАМНА СИСТЕМА

# STADYPS

версия **5.0** за Windows



## ИНСТРУКЦИЯ ЗА ПОТРЕБИТЕЛЯ

За контакти и консултации:

Проф. д-р инж. Тодор Карамански, тел. (+359-2)-72-80-11,  
Университет по архитектура, строителство и геодезия,  
кат. "Строителна механика" бул. Хр. Смирненски 1, София 1421,  
тел. 65-50-74, тел/факс 963-20-49, GSM 088-34-44-92 E-mail: [tdk\\_fce@uacg.bg](mailto:tdk_fce@uacg.bg)  
Инж. Неделчо Ганчовски, тел./факс 72-27-08, E-mail: [nedoga@yahoo.com](mailto:nedoga@yahoo.com)  
Инж. Мария Стефанова, тел. 54-78-04

## Съдържание

<b>1. ОБЩА ИНФОРМАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ НА ПРОГРАМАТА .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. СИСТЕМНИ ИЗИСКВАНИЯ.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3. ГРАФИЧЕН ИНТЕРФЕЙС.....</b>	<b>6</b>
1.3.1. Главен прозорец .....	7
1.3.2. Прозорец за координати.....	7
1.3.3. Прозорец за съобщения.....	7
1.3.4. Работен прозорец .....	7
<b>1.4. РАБОТА С ТАБЛИЦИ.....</b>	<b>8</b>
<b>1.5. РАБОТА В ЧЕРТОЖНА СРЕДА.....</b>	<b>8</b>
1.5.1. Екранен образ.....	8
1.5.2. Чертане и въвеждане на координати .....	9
1.5.3. Настройки на екрана.....	9
1.5.4. Копиране и печат .....	11
<b>2. РАМКА, ГРЕДОСКАРА .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1. РАБОТА С ФАЙЛОВЕ.....</b>	<b>11</b>
2.1.1. Нова задача.....	11
2.1.2. Отваряне на файл.....	12
2.1.3. Записване на файл.....	12
<b>2.2. ЗАГЛАВНА ИНФОРМАЦИЯ.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3. ГРАФИЧНИ ОБЕКТИ .....</b>	<b>12</b>
2.3.1. Слоеве.....	12
<b>2.4. РЕДАКТИРАНЕ НА ОБЕКТИ .....</b>	<b>15</b>
2.4.1. Маркиране.....	15
2.4.2. Изтриване.....	16
2.4.3. Трансформации.....	16
2.4.4. Размножаване .....	16
2.4.5. Влачене.....	17
<b>2.5. ВЪЗЛИ .....</b>	<b>17</b>
2.5.1. Добавяне .....	17
2.5.2. Изтриване.....	18
2.5.3. Редактиране .....	18
2.5.4. Номерация.....	19
2.5.5. Опори .....	20
<b>2.6. ЕЛЕМЕНТИ .....</b>	<b>21</b>
2.6.1. Добавяне .....	21
2.6.2. Изтриване.....	22
2.6.3. Свойства.....	22
<b>2.7. ТОВАРИ .....</b>	<b>25</b>
2.7.1. Добавяне на товар .....	26
2.7.2. Изтриване на товар .....	26
2.7.3. Заменяне на товар .....	26
2.7.4. Товарни състояния.....	26
2.7.5. Комбинации.....	27

<b>2.8. МОДЕЛ НА ПЛОЧА.....</b>	<b>27</b>
2.8.1. Изчисляване на напречните сечения и на товарите на елементите от скарата .....	28
2.8.2. Начин на работа .....	29
<b>2.9. АНАЛИЗ.....</b>	<b>30</b>
<b>2.10. РЕЗУЛТАТИ.....</b>	<b>31</b>
<b>2.11. ОРАЗМЕРЯВАНЕ .....</b>	<b>32</b>
2.11.1. Входни данни .....	32
2.11.2. Оразмерителни проверки .....	35
2.11.3. Резултати.....	37
<b>3. ПРОЕКТ .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1. МОДЕЛ НА СГРАДАТА.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2. СТРУКТУРА И НАЧИН НА РАБОТА .....</b>	<b>39</b>
3.2.1. Структура на данните .....	39
3.2.2. Организация на файловете .....	40
3.2.3. Организация на интерфейса.....	40
3.2.4. Отваряне на проект .....	41
3.2.5. Начин на работа .....	42
<b>3.3. ОБЩА ИНФОРМАЦИЯ .....</b>	<b>42</b>
<b>3.4. ЕТАЖИ.....</b>	<b>43</b>
<b>3.5. 2. ВЕРТИКАЛНИ НОСЕЩИ КОНСТРУКЦИИ.....</b>	<b>44</b>
<b>3.6. ГРУПИ И ГРУПОВИ ВРЪЗКИ .....</b>	<b>45</b>
3.6.1. Данни за групи .....	45
3.6.2. Данни за възли.....	45
<b>3.7. АВТОМАТИЗИРАНО ФОРМИРАНЕ НА ДАННИ ЗА ВРЪЗКИ.....</b>	<b>46</b>
<b>3.8. ТОВАРНИ СЪСТОЯНИЯ .....</b>	<b>46</b>
3.8.1. Земетръс .....	46
3.8.2. Вятър .....	47
3.8.3. Температура.....	48
3.8.4. Вертикален товар .....	48
<b>3.9. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ .....</b>	<b>48</b>
<b>3.10. АВТОМАТИЗИРАНО НАТОВАРВАНЕ .....</b>	<b>49</b>
3.10.1. Натоварване върху ВНК и колони .....	49
3.10.2. Натоварване върху фундаментна конструкция .....	50
<b>3.11. АНАЛИЗ НА ВНК .....</b>	<b>51</b>
<b>3.12. АНАЛИЗ НА ФУНДАМЕНТНА КОНСТРУКЦИЯ .....</b>	<b>52</b>

## **1. Обща информация**

Програмната система STADYPS се разработва от 1979 г. от високо квалифициран колектив от специалисти под ръководството на проф. Тодор Карамански. Инсталира се във версии за **DOS** (до версия 3.70) и за **Windows** (версия 5.0).

**STADYPS** е приета и препоръчана за приложение в проектантската практика от Върховния съвет по териториално и селищно устройство, архитектура, строителство, благоустройство и техническа правоспособност към Министерството на териториалното устройство и строителството - протокол ВС-01-37/16.11.91.

Модулите на STADYPS са разработени на основата на съвременни теоретични постановки и ефективни алгоритми. Програмната система е защитена от копиране и се инсталира на основата на сключен договор с означаване на името на собственика на инсталацията върху екрана и листингите.

### **1.1. Предназначение на програмата**

Програмната система STADYPS е добре комплектована програмна система за **цялостно изчисляване на:**

- равнинни рамки, ферми, шайби без и с отвори, моделирани като рамки;
- гредоскари, етажни и фундаментни плочи, моделирани като скари;
- системи от вертикални носещи конструкции (шайби - ВНК) и колони, оформящи пространствен модел на сграда
- мостове – фермови, рамкови, плочести, коси, висящи; за всевъзможните

**товарни състояния и съчетания от тях:**

- вертикален или друг статичен товар; подвижен товар;
- земетръс; - вятър; - температурна промяна.

Версия 5.0 се състои от следните програмни модули:

**STADYPS** - основен модул, който обединява всички останали и осигурява преход между отделните етапи на работа. Включва пре- и постпроцесори и оразмеряване. Използва се в два режима:

- **самостоятелна задача** - рамка или скара;
- **проект** - цялостна конструкция, състояща се от хоризонтални и вертикални равнинни конструкции, формиращи пространствен модел.

**RAM** - изчислителен процесор за рамки. Може да се стартира от препроцесора, както и да бъде използван самостоятелно. Позволява изчисляването на рамки с до 500 възела и 1000 елемента. При рамки - част от система вертикални носещи конструкции се използват два маршрута:

**1** - изчисляване на матрица на коравина, **2** - окончателни усилия.

**SKA** - изчислителен процесор за гредоскари до 1000 възела и 2000 елемента. Приспособен е за изчисляване на модели на етажни и фундаментни плочи.

**VNK-X** - изчислителен процесор за системи от вертикални носещи конструкции (ВНК). Работи съвместно с **RAM**. Позволява изчисляването на 99 ВНК, 10 групи ВНК, 99 групови връзки - за една система ВНК; до 50 етажа.

**STOBET** - компактна програма за оразмеряване на стоманобетонни сечения на огъване с или без осова сила, опън, натиск, напречна сила и усукване по "Норми за проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции" - 1988 г.

**CONVERT** - програма за конвертиране на текстови файлове.

Въвеждането на данните се извършва с помощта на **препроцесора**. Геометрията, характеристиките и натоварването на конструкцията се въвеждат в 2D чертожна среда с помощта на мишката или клавиатурата. Вход от други програми (напр. CAD системи) се осъществява с помощта на файл в DXF формат. Препроцесорът формира файлове с данни, които се четат от изчислителните модули. След изчисленията се формират файлове с резултати в готов за отпечатване вид.

С помощта на **постпроцесор** се осъществява визуализация на екрана на резултатите от изчисленията:

- деформирана схема на конструкцията и премествания;
- диаграми на разрезните усилия с надписани стойности във всеки възел;
- опорни реакции;
- максимална необходима армировка във всяко сечение.

В прозореца "3D" се възпроизвежда триизмерен образ на конструкцията. Елементите са изобразени като обемни тела - призми с действителните размери на напречните сечения. Получава се нагледен мащабен образ на модела, чрез който лесно се контролира правилността на въведената геометрия.

Схема на конструкцията (включително с опори, товари, диаграми и др.) може да се копира в системния буфер (**Clipboard**) и да се вмъкне в текстообработваща или CAD програма в растерен (**Bitmap**) или векторен (**Metafile**) формат.

За всички елементи от носещите конструкции - рамки, шайби (с или без отвори), скари, ферми, етажни и фундаментни плочи - се извършва автоматизирано оразмеряване за всички предписани комбинации от натоварванията.

## 1.2. Системни изисквания

Програмата работи на персонален компютър с операционна система "MS Windows 9x/ME/NT/2000". Програмата заема около 10 Mb пространство на твърдия диск и 4 - 6 Mb оперативна памет.

Задължително е преди ползването на системата в "Regional settings" да се посочи "точка" за разделител при десетичните числа !!! При използването на запетая програмата дава грешки и може да повреди потребителските файлове при запис.

Името на директорията, в която се намират програмните файлове, работните директории и имената на файловете трябва да отговарят на изискванията за имена на DOS:

- името да е не по-дълго от осем символа;
- разширението да се подчинява на стандарта на системата;

- името и разширението да не съдържат интервали, както и специални символи.

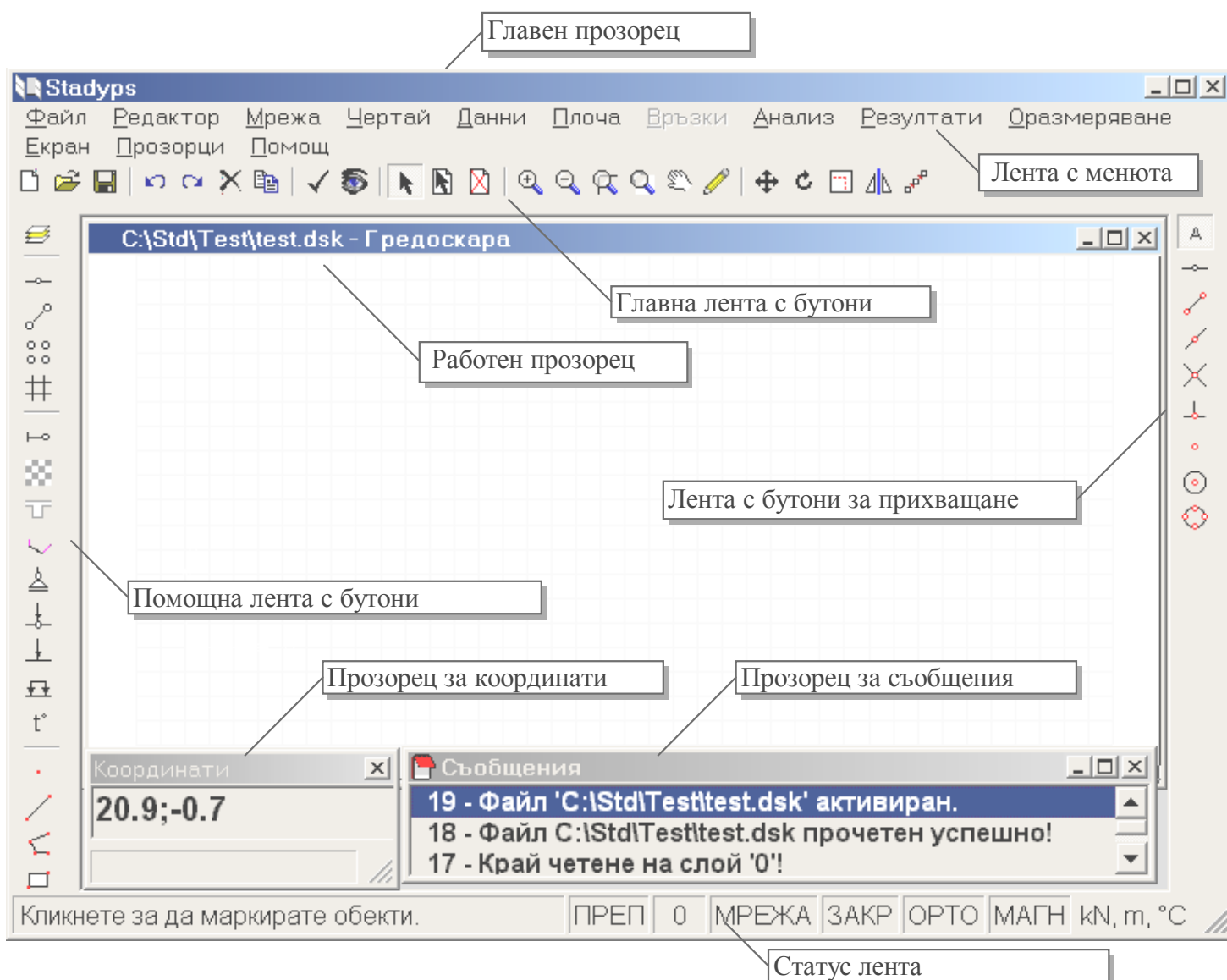
Неспазването на изискването за имената на файловете би попречило на стартирането на изчислителните модули от препоцесора.

При версията на български език трябва операционната система да е кирилизирана. Това се отнася както за шрифтовете на менютата и бутоните, така и за DOS-прозорците. При някои версии на операционната система, напр. "Windows 98", стандартната кирилизация не е достатъчна и се получават дефекти при някои надписи. Следва да се инсталира допълнителна кирилизация. Подходяща е програмата "FlexType" на фирма "Datex". При някои конфигурации под "Windows NT" текстът в DOS-прозорците (в които се стартират изчислителните процесори) се кирилизира частично.

При някои видеокarti може да се получи дефект при изчертаване на правоъгълници за маркиране. Те трябва да са кухи, а вместо това са с инвертиран фон и се получава неприятно трептене при движение на мишката.

### 1.3. Графичен интерфейс

След стартиране на програмата се зарежда потребителският графичен интерфейс, чрез който потребителят подава команди.



Фиг. 1.3-1

### 1.3.1. Главен прозорец

Главният прозорец е основен елемент от програмата. Съдържа в себе си всички останали компоненти на интерфейса, основните от които са:

**Лента с менюта** - чрез тях може да подавате команди на програмата. При натискане на клавишна комбинация от **Alt** и подчертаната буква от менюто то се отваря. За целта трябва клавиатурата да е на кирилица. Част от менютата се активират със специална клавишна комбинация, която е изписана вдясно от заглавието на менюто. Освен от менютата команди може да подавате и от бутони.

**Главна лента с бутони** - разположена е хоризонтално в горната част на главния прозорец. На нея се намират често използвани команди за работа с файлове, настройки, движение на екранния образ и др. При кратко задържане на мишката над даден бутон се появява кратко пояснение за функциите му.

**Помощна лента с бутони** - разположена е вляво на главния прозорец. На нея се намират основните команди, необходими за създаване на модела.

**Лента с бутони за прихващане** - чрез нея избирате към кои точки да действа магнитна на курсора.

**Статус лента** - дава информация за текущото състояние на програмата. Значението на отделните клетки е следното:

- "**Кликнете за да маркирате обекти**" - подкана за действие с мишката за текущата команда

- "**ПРЕП**" - режим на работа:

("ПРЕП" - препроцесор, "ПОСТ" - постпроцесор, "ОРАЗ" - оразмеряване);

- "**0**" - името на текущия графичен слой;

- "**МРЕЖА**" - помощна мрежа (вж. 1.5.3);

- "**ЗАКР**" - закръгляване на координатите към дадена стъпка;

- "**ОРТО**" - ортогонално чертане (само хоризонтално или вертикално);

- "**кN, m, °C**" - текущи мерни единици.

### 1.3.2. Прозорец за координати



Показва текущите координати на курсора. Чрез него може и да се въвеждат координати (виж т.1.5.2.). На статус линията му се вижда името на точката прихваната от курсора при използване на опцията "магнит". Може да бъде позициониран на произволно място на екрана. Затваря се с бутона "**x**". Извиква се с менюто "[Екран\Координати](#)".

### 1.3.3. Прозорец за съобщения

Показва съобщенията на програмата по време на работа. Чрез тях се ориентирате как протича дадена процедура, колко са маркираните обекти и за успешното или неуспешно изпълнение на дадена команда. Може да го поставите на произволно място на екрана. Когато е затворен, се отваря автоматично при получаването на съобщение.





### 1.3.4. Работен прозорец

Съдържа модела и данните за него. Представлява чертожно поле с координатна система, в което се изобразяват отделните обекти (възли, елементи, товари и пр.). В него може да чертаете и маркирате. Всяка команда,

подадена към работния прозорец, променяща данните (вкл. и маркиране) може да бъде отменена, ако ефектът и е нежелан. За целта избете меню "Редактор\Отмени", . Осигурена е само една стъпка назад! За да изпълните повторно командата, след като е отменена изберете "Редактор\Повтори", .

## 1.4. Работа с таблици

Голяма част от информацията се въвежда в стандартен диалог с таблица. Начина на работа с всички таблици е един и същ, независимо от данните, които съдържат. Командите, които могат да се подават към таблица са следните:

- добавяне на ред - клавиш **Ins** или меню "Добави". След попълване на последната клетка от последния ред **ENTER** отваря нов ред;
- изтриване на ред - клавиш **BACKSPACE** или меню "Изтрий" изтрива последния ред;
- преместване на фокуса с една клетка - стрелки , , , .
- преместване на фокуса с една ширина - **PAGE UP**, **PAGE DOWN**, **HOME**, **END**;
- редактиране - **F2** - отваря се текстов прозорец в клетката;
- ако направо пишете, старият текст се заменя с нов;
- край на редактиране на клетка - **ENTER** - записва информацията;
- отказ от редактиране на клетка - **ESC** - запазва старата информация;
- изтриване стойността на клетка - **DEL**;
- маркиране - **SHIFT + стрелки**, **PAGE UP**, **PAGE DOWN**, **HOME**, **END**
- копиране стойността на една клетка **CTRL+C** или **SHIFT+десен DEL**;
- вмъкване във всички маркирани клетки **CTRL+V** или **SHIFT+INSERT**;
- записване на данните от таблицата в базата данни - меню "Запис".

## 1.5. Работа в чертожна среда

### 1.5.1. Екранен образ

Работата с модела става чрез неговия графичен образ. Геометрията на конструкцията (или на всяка нейна част) се описва в координатна система XY, която се проектира на екрана в рамките на работния прозорец. Полученото изображение може да променя своя мащаб и отместване чрез командите:

**Увеличаване** - меню "Екран\Мащаб\Увеличи", 

Мащабът се увеличава 1.5 пъти.

**Намаляване** - меню "Екран\Мащаб\Намали", 

Мащабът се намалява 2 пъти.

**Увеличаване в рамка** - меню "Екран\Мащаб\Увеличи в рамка", 

Кликнете с ляв бутон на мишката и движейки курсора изчертайте правоъгълник около обектите които искате да останат в рамките на прозореца.

Кликнете отново. Изображението се увеличава и отмества така, че правоъгълникът да се вписва напълно и да е центриран в прозореца на задачата. Натиснете "Esc" или изберете друга команда за да напуснете режима.

**Поместване на всичко** - меню "Екран\Мащаб\Увеличи всичко", 



Образът се мащабира така, че всички обекти да влязат в рамките на екрана и да се центрират.

**Отместване** - "Екран\Отместване", 

Задръжте левия бутон на мишката и я придвижете. Екранния образ се "прихваща" и започва да се движи заедно с мишката. Изместете го в желаното положение и освободете бутона.

**Използване на мишка с три бутона.** При три-бутонна мишка може да отмествате образа и без да задавате команда като използвате комбинация от клавиш и среден бутон. Това може да стане в средата на изпълнение на дадена команда без да излизате от нея (например когато сте посочили първа точка на линия, а втората е извън екрана).

Възможните комбинации със среден бутон са:

- влачене и пускане                      - отмества;
- CTRL + кликване                      - увеличава 1.5 пъти;
- SHIFT + кликване                      - намалява 2 пъти;
- ALT + влачене и пускане              - увеличава в рамка.

### 1.5.2. Чертане и въвеждане на координати

При движение на мишката, координатите на курсора се изписват в прозореца "Координати". Посочване на точка може да стане по два начина:

**1. Кликване** с мишката в желаната позиция. Чрез инструментите "Закръгляване", "Магнит" и "Орто" курсорът може да се привърже към мрежа с определена стъпка, към характерна точка от вече въведен обект или към хоризонтална (вертикална) линия. Когато инструментите са изключени кликването води до неточни координати и зависи от мащаба на екранния образ.

**2. Вход от клавиатурата.** Напишете координатите на точката в прозореца "Координати" и натиснете "Enter" за край. За да започнете да пишете не е необходимо да кликвате в прозореца. Той се активира автоматично при натискане на първата цифра. Възможните формати на координати са:

Табл. 1.5-1

Име	Формат	Пояснение
Абсолютни	X;Y	Въвеждат се в координатна система XY.
Относителни	_ΔX;ΔY	Относителни разстояния по оси X и Y от последната въведена (или маркирана) точка.
Полярни	<α°;L	Разстояние, измерено под ъгъл α° спрямо ос X от последната въведена (маркирана) точка.
Разстояние	L	Разстояние по посока на курсора от последната въведена (маркирана) точка.

### 1.5.3. Настройки на екрана

За удобство на работа имате възможност да настроите начина, по който ще изглежда екрана според предпочитанията Ви. За целта изберете меню "Екран\Настройки",  за да извикате диалога "Настройки". След приключване на работа трябва да натиснете бутона "Запис" за да запазите промените и да

затворите диалога. За изход без запис натиснете “**x**”. Диалогът “**Настройки**” предлага следните възможности:

**Граници.** Въведете лява, долна, дясна и горна граници на чертожното поле. Стойността на дясната (горната) трябва да е по-голяма от тази на лявата (долната). В рамката, образувана от границите се изчертава помощната мрежа.

**Цветове.** За да смените цвета на даден тип обекти кликнете бутона със съответния надпис. На екрана се показва стандартен диалог “**Color**”. Изберете цвят и натиснете “**OK**”. Цветът се вижда вляво от съответния бутон. “**K.C.**” е символ за координатна система. Не се препоръчва използването на червен цвят, защото с него се обозначават маркираните обекти.

**Мрежа.** Изчертава мрежа от хоризонтални и вертикални линии през равна стъпка. Може да се посочат различни стойности на стъпката по X и по Y.

**Закръгляване.** Включва/изключва режим на закръгляване през дадена стъпка на координатите на курсора. Стойността на стъпката може да бъде различна по X и по Y. Закръгляването се извършва към по-близката стойност. При въвеждане на координати от клавиатурата те остават такива, каквито са записани.

**Орто.** Включва/изключва режим на ортогонално чертане, позволяващ въвеждане само на линии успоредни на координатните оси.

**Магнит.** Включва/изключва режим на привличане на курсора на мишката към характерни точки на вече изчертани обекти. Курсорът се прихваща от дадена точка, когато тя попадне в маркера (квадрата на курсора). При това той се премества върху точката и приема нейните координати. Магнитът може да действа само към даден тип точки или към всички едновременно. Настройването на вида точки става от лентата “**Магнити**” в дясната част на главния прозорец. Възможните опции са:

- всички точки;
- възли;
- крайни точки на линии, върхове на полилинии и полигони;
- средни точки на линии и страни на полилинии и полигони;
- пресечни точки на линии, полилинии и полигони (без кръгове);
- обекти тип “Точка”;
- перпендикуляр към линии, полилинии и полигони;
- центрове на кръгове;
- точки от окръжност.

**Координатна система.** Включва/изключва изобразяване на символа за координатна система.

**K.C. в (0,0).** Символът за координатна система стандартно се чертае в долния ляв ъгъл на екрана. При избиране на “**K.C. в (0,0)**” той се изчертава в началото на координатната система. Ако началото е извън екрана, символът се премества отново в ъгъла.

**Дебелина елементи.** Посочете дебелината на линията, с която се изчертават елементите в екранни точки (points). Имате възможност да изберете дебелина от 1 до 6 pt.

**Формат.** Изберете формата, в който да се изписват координатите на курсора и числата на екрана.

#### 1.5.4. Копиране и печат

Екранният образ може да бъде копиран в системния буфер (**Clipboard**). Оттам може да бъде вмъкнат в избрана чертожна или текстообработваща програма (напр. **Wordpad**, **MS Word**) и да бъде отпечатан. Копирането може да стане в два формата:

- **растерен (Bitmap)** - при него се съхранява информацията за стойността на всяка точка (пиксел) от екрана. При разтегляне и свиване образът се поврежда. Може да се редактира в програмата **MS Paint**. Използва се командата "**Редактор\Копирай(Bitmap)**".

- **векторен (Metafile)** - съхраняват се координатите на характерни точки от геометричните фигури и техните уравнения. Цветът на пикселите се изчислява всеки път, когато образът трябва да се появи на екрана. В резултат на това картината може да се разтегля и свива без да се поврежда. Когато съдържа много обекти става тежка за обработка и растерният формат е за предпочитане. Тя може да се вмъкне в два формата - **Metafile** и **Enhanced Metafile**. Препоръчва се вторият. Програмата **MS Word** при вмъкване я конвертира в **Word Picture**. При опит да бъде редактирана картината може да се повреди. Използва се командата "**Редактор\Копирай(Metafile)**".

## 2. Рамка, гредоскара


### 2.1. Работа с файлове

Една задача ползва няколко файла за различни цели. Те имат едно и също име ("име на задачата", което ще отбелязваме с \* ) и различни разширения. Основен е файлът с данни. Предназначението и съответното разширение на отделните файлове са следните:

Табл. 2.1-1

Файл с \ Задача	Рамка	Гредоскара
- данни	*.dra	*.dsk
- резултати	*.pra	*.psk
- данни за оразмеряване	*.mra	*.msk
- армировка	*.ara	*.ask
- максимална армировка	*.cra	*.csk


#### 2.1.1. Нова задача

Отварянето на нова задача става с диалога "**Старт**". Той се отваря автоматично при стартиране на програмата. Може да бъде извикан от менюто "**Файл\Нов**", . В полето "**Нова задача**" може да изберете: "**Рамка**", "**Гредоскара**" или "**Проект**".


В полето "**Отвори**" може да изберете един от последните десет използвани файла. Списъкът е сортиран по времето на използване като

последните отваряни файлове са най-отгоре. Бутонът “Търси” показва стандартен диалог “Open” за отваряне на файл от диска.

### 2.1.2. Отваряне на файл

Изберете меню “Файл\Отвори”,  за да активирате стандартен диалог “Open”. Посочете директорията и файла с помощта на мишката или напишете пътя и името на файла (с разширението) в полето “File name:”. Натиснете “Enter” или бутона “OK”. Може да отворите само файл с данни, който е с разширение \*.dra, \*.dsk, \*.ds? или \*.d??.

### 2.1.3. Записване на файл

Може да бъде с или без посочване на име. Записването без посочване на име става като изберете меню “Файл\Запис”, . Данните се записват в текущия файл, изписан в заглавната лента на главния прозорец. Когато е стартирана нова задача, която още няма име, първо се изисква посочването на име и след това се осъществява записът на данните.

Ако искате да смените името на файла при запис, изберете “Файл\Запис като...”. Старият файл се запазва на диска. При това името на файла с резултати ще стане различно от името на файла с данни. За да може да преглеждате резултатите трябва да стартирате изчисленията отново или да промените името и на този файл.

## 2.2. Заглавна информация

Въвежда се информация за вида, автора и датата на създаване на задачата, която се изписва в началото на всеки изходен файл. Активира се от менюто “Файл\Заглавна информация”. Избира се и система от мерни единици, валидна за всички данни, въведени в програмата.

## 2.3. Графични обекти

В STADYPS има възможност за създаване на опростена графика в чертожното поле със следния набор от графични обекти:

- точка;    - линия;    - полилиния;    - полигон;    - кръг.

Обектите са групирани в слоеве. Всички типове обекти могат да се прочетат от “DXF” файл заедно със съответните слоеве. Подържат магнит към чертожния курсор, когато опцията “OSNAP” е включена. Могат да се маркират и изтриват, както и да се редактират посредством влачене, трансляция, ротация, симетрия и подобие. Могат да се размножават с копиране. Информацията за слоевете и чертожните обекти се съхранява в файла с данни \*.d??.


### 2.3.1. Слоеве


Подържат се неограничен брой слоеве. Предназначението на слоевете е да групират графичните обекти (точки, линии и др.). Ако на обектите са зададени тегловни коефициенти могат да се определят инерционни характеристики на слоевете. Използват се за тегловни характеристики на етажите за земетръс или за инерционни характеристики на напречни сечения. При отваряне на нова задача по подразбиране се създават два слоя:

- “Модел” - специален тип слой, който съдържа възлите, елементите и другите обекти от модела. В него не може да има графични обекти. Не може да се изтрива и създава. Няма инерционни характеристики, шриховка, цвят на линията. Има видимост, активност и ключ;

- “0” - стандартен графичен слой.

Слоеве се управляват чрез диалогов прозорец “Слоеве”. Отваря се от меню “Редактор\Слоеве”, . Диалогът съдържа таблица на слоевете и лента с бутони. Възможните **команди и свойства на слоевете** са:

**Добавяне.** Натиснете бутон  в диалога “Слоеве”. Слой се добавя накрая на списъка и получава име (поредният номер на слоя) и цвят и щриховка по подразбиране.

**Изтриване.** Маркирайте слоевете, които желаете да изтриете. Натиснете . За всеки слой от избраните се изисква потвърждение, на което трябва да отговорите с “OK” за изтриване или “Cancel” за отказ. Изтриването на слой води до изтриване на всички обекти в него. Минималния брой слоеве е два (включително “Модел”).



**Маркиране.** Задаване на характеристиките на слоеве или изтриването им изисква те предварително да бъдат маркирани. Това става по следните начини:



- кликнете с мишката за да маркирате единичен слой;
- кликнете върху първия слой, задръжте клавиш “Shift” и след това кликнете върху последния или задръжте ляв бутон докато влачите мишката за да маркирате група от последователни слоеве;
- задръжте “Ctrl” докато кликате с мишката за да маркирате непоследователни слоеве. Това може да стане и с клавиатурата като задържите “Ctrl”, придвижете фокуса с горна или долна стрелка до даден слой и натиснете “Space”.



**Име.** Представява текстов низ, който дава информация за слоя. То е изписано в първата колонка на таблицата. Смяната на името става по следния начин:

1. Кликнете слоя в таблицата. Името му се изписва в полето “Текущ”.
2. В него напишете новото име и натиснете “Enter”.



**Активност.** Активен (текущ) е слой, в който се добавят обектите при чертане. За да смените активния слой: извикайте диалога “Слоеве”, кликнете върху името на слоя, който желаете да стане активен и затворете диалога. Името на активния слой се изписва на статус лентата на главната форма. Той трябва да е видим и отключен за да може да чертаете в него. В противен случай програмата изписва съобщение.

**Видимост.** Всеки слой може да бъде видим или скрит. Когато е скрит обектите в него не се изчертават на екрана и не са достъпни за редактиране. Видимостта е обозначена в таблицата с “Да” или “Не”. За да смените тази опция, маркирайте желаните слоеве и кликнете бутона  (или ).

**Ключ.** Ключът определя дали обектите в даден слой са достъпни за редактиране. Ако слой е заключен те се виждат на екрана, но не могат да бъдат маркирани и например изтрити. Ключът се обозначава в третата колона на таблицата и има стойност “Да” за заключените слоеве. За да смените тази опция маркирайте желаните слоеве и кликнете бутона  (или ).


**Цвят/Щрих.** Това са настройките, с които се изчертават всички обекти от един слой. Маркирайте в таблицата желаните слоеве. Кликнете  за смяна на цвета на контура или  за цвета на щриховката. На екрана се показва диалог



“Color”. Изберете цвят и натиснете “OK”. За да смените вида на шриховката кликнете бутона  и след това желаната шриховка. Символът  означава че няма защриховане.

**Инерционни характеристики.** Програмата дава възможност да се изчислят следните теглови инерционни характеристики:


$A$	- площ;
$S_x (S_y)$	- статичен момент за ос X (Y);
$X_c (Y_c)$	- координата X (Y) на центъра на тежестта;
$I_{xc} (I_{yc})$	- инерционен момент за ос XC (YC) през центъра на тежестта;
$I_{xyc}$	- центробежен инерционен момент за оси XC и YC;
$I_x (I_y)$	- инерционен момент за ос X;
$I_{xy}$	- центробежен инерционен момент за оси X и Y;
$I_1 (I_2)$	- инерционен момент спрямо главна ос 1 (2, $I_2 < I_1$ );
$\alpha$	- ъгъл между оси 1 и X.


Предварително трябва да са зададени тегла  $q$  на обектите. За да получите площни инерционни характеристики трябва  $q = 1$ . Може да изчислите инерционните характеристики на обектите от няколко слоя едновременно като ги маркирате и натиснете бутона . Резултатите се записват в \*.i?? - файл.



### Геометрични обекти


**Точки** - меню “Чертай\Точки”, .

Кликнете или напишете координатите на точката и натиснете “Enter”.

**Линии** - меню “Чертай\Линии”, . Посочете първа и втора точка за да добавите линия към чертежа. За да вземете края на последната изчертана линия за начало на следващата трябва след посочване на втората точка да натиснете “Enter”.

**Полилинии** - меню “Чертай\Полилинии”, . Последователно посочете върховете на полилинията. За край трябва натиснете десен бутон на мишката.


**Полигони.** С “Полигони” означаваме произволни многоъгълници. Има две команди за създаване на полигони. Първата създава правоъгълник при посочване на два срещуположни върха - меню “Чертай\Правоъгълници”, . Втората команда е за създаване на произволни многоъгълници - меню “Чертай\Полигони”, . Чертането при тази команда е както при полилинии.

**Кръгове** - меню “Чертай\Кръгове”, . Посочете първа точка за центъра и втора за радиуса на кръга.

**Вход от DXF файл.** Слоеве и геометричните фигури могат да бъдат прочетени от DXF файл. При това отворените полилинии се четат като полилинии, а затворените като полигони. Обектите, които не се поддържат от програмата се пренебрегват. Прочитането на файла става като изберете меню “Файл\Вмъкни\DXF файл”. Процедурата може да се използва например за прочитане на кофражен план, върху който да се положи мрежа на плоча.

## 2.4. Редактиране на обекти

### 2.4.1. Маркиране

Представява посочване с мишката на група обекти, върху които да се приложи команда (например да се изтрият или да им се зададе свойство). Маркирането винаги трябва да предхожда командата. Обекти от заключени слоеве не подлежат на маркиране въпреки, че се виждат на екрана. Преминаването в режим “Маркиране” става с меню “Редактор\Маркирай”,  или клавиш “Esc”. Съществуват следните възможности за маркиране:

**Поединично.** Позиционирайте курсора на мишката така, че обектът да пресича квадратчето на курсора и натиснете ляв бутон. Маркираният обект се оцветява с червен цвят. Отказ от маркирането на възел (елемент) става чрез кликане с десен клавиш. При маркиране на възли или елементи, чиито координати съвпадат първо се появява диалог “Избери”, в който има списък на всички възли (елементи) в обсега на курсора. В него отбележете с  само тези, които искате да бъдат маркирани и натиснете “Enter”.

**Групово.** Кликнете с ляв бутон на мишката и движейки курсора изчертайте правоъгълник около избраните обекти. Повторно кликане маркира всички обекти, които:

- влизат изцяло в правоъгълника, ако първото кликане е вляво от второто;
- пресичат или попадат изцяло в правоъгълника, ако първото кликане е вдясно от второто.


**По номера.** По този начин се маркират само възли или елементи. Изберете меню “Редактор\По номера”. Появява се формата “Маркиране по номера”. Попълнете списък с номера и кликнете бутон “Елементи” или бутон “Възли” за да маркирате. Списъкът е последователност от записи, разделени с “,”. Възможните формати на запис са:


- “*J*” - номер на единичен възел (елемент);
- “*J1-Jn*” - всички възли (елементи) от *J1* до *Jn* с стъпка единица;
- “*J1-J2-Jn*” - всички възли (елементи) от *J1* до *Jn* с стъпка *J2-J1*.

Разликата *Jn-J1* трябва да е кратна на стъпката. Ако се запишат номера по-големи от брой възли (елементи), програмата не прави нищо със споменатите номера.

**Пример:** Списъкът: “1-5,11,20-22-28,100,80”

е еквивалентен на списък: 1,2,3,4,5,11,20,22,24,26,28,80,100 .

**Всичко.** Изберете меню “Редактор\Маркирай всичко”,  или натиснете **Ctrl+A**. Маркират се всички обекти, с изключение на тези, намиращи се в заключени слоеве.

**Отменяне.** Изберете меню “Редактор\Маркирай нищо”,  или натиснете **Ctrl+D**. Всички маркирани обекти се отмаркират. Кликане с десен бутон върху маркиран елемент или възел го отмаркира. Командата “Отмени” отменя последната команда за маркиране.

### 2.4.2. Изтриване

Премахва всички маркирани обекти от паметта и от екрана. При грешка обектите могат да се възстановят, ако непосредствено след това се зададе командата “Отмени”. Изтриването се извършва в следната последователност:


1. Маркирайте обекти.
2. Изберете меню “Редактор\Изтрий”,  или клавиш “Del”.


### 2.4.3. Трансформации


Биват трансляция, ротация, симетрия и подобие. Прилагат се върху координатите на всички маркирани обекти. В резултат на това те заемат ново положение в чертожната равнина.

Всички команди за трансформация се извършват в следния ред:


1. Маркирайте обекти;
2. Изберете съответно меню или бутон;
3. Посочете последователно първа и втора точка, за да дефинирате параметрите на трансформацията.

**Транслация** - меню “Редактор\Транслация”, . Премества избраните обекти по вектора на трансляция, определен от двете точки.


**Ротация** - меню “Редактор\Ротация”, . Завърта избраните обекти спрямо избраните център и ъгъл на ротация. Центърът съвпада с първата точка, а втората определя ъгъла на ротация. Той се измерва от положителната посока на ос X до направлението на правата между двете точки.

**Подобие** - меню “Редактор\Подобие”, . Първата точка е центърът на подобие С. Коефициентът на подобие  $k$  може да зададете:

1. Като кликнете втората точка на разстояние  $d$  [m] от С,  $k=d$  (независимо от направлението);
2. Като директно запишете  $k$  в прозореца “Координати”.

**Симетрия.** - меню “Редактор\Симетрия”, . Обръща огледално избраните обекти спрямо правата, определена от двете точки.

### 2.4.4. Размножаване

При него чрез многократно прилагане на трансформации в равнината се създават нови копия на маркираните обекти. Размножаването не е позволено за елементи. Стартирането на командата става като изберете меню “Редактор\Размножаване”, . На екрана се показва диалог “Размножаване”, в който трябва да настроите следните параметри:

**Метод на трансформация.** Тя може да бъде: трансляция, ротация, подобие, симетрия.

**Брой повторения.** В процеса на размножаване обектите могат да се копират няколкократно. Броят на повторенията съвпада с броя на създадените обекти. При “симетрия” се създава само едно копие.

**Номерация на възлите.** В полето “Нарастване” се попълва разликата в номерата на копието и оригиналът. Номерата на новите възли се вмъкват между номерата на съществуващите като ги избутват нагоре. Ако се прескачат номера, съответно на тях се създават възли с координати (0,0). (вж. още 2.5.4).



**Посочи точки.** Скрива диалога “Размножаване” и подканва потребителя да въведе две точки, определящи параметрите на трансформацията (вектор на трансляция, ъгъл на ротация и пр.). Задава се положението, което ще заемат обектите при последното повторение. Останалите се разполагат помежду през равни интервали.

#### 2.4.5. Влачене


Обектите могат да бъдат редактирани чрез влачене и пускане на характерни точки. За целта първо маркирайте обекта. Кликнете с ляв бутон върху желаната точка за да я “хванете”. Преместете курсора до новото положение и кликнете отново за да “пуснете”. Влаченето на центъра на линия премества цялата линия. Влаченето на центъра на кръг премества кръга. Влаченето на точката от окръжността, съответстваща на ъгъл  $0^\circ$  променя радиуса. Ако сте хванали дадена точка и искате да прекъснете процедурата натиснете клавиш “Esc” или десен бутон на мишката.

### 2.5. Възли


Представяват точки, в които се съединяват елементите и за които се определят преместванията и усилията. **Възлите имат последователни номера.** На тях може да им се задават товари и опори.

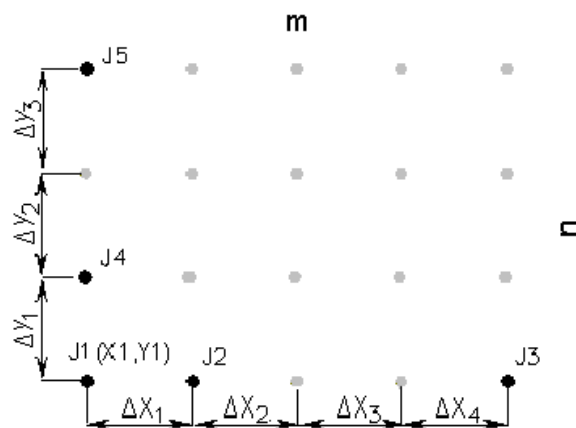
#### 2.5.1. Добавяне

Има няколко възможности за създаване на възли, които взаимно се допълват. Те са следните:

**Чертане.** Представява последователно посочване на координати на възли в чертожната равнина. При това номерата им нарастват последователно с единица. Изберете меню “Чертане\Възли”,  за да включите режима на чертане.

**Мрежа.** Когато имаме ортогонална или близка до нея конструкция командата “Мрежа” е бърз начин за създаване на възли. Описват се номерата на базовите възли J1, J2, J3, J4, J5 (първи, втори, последен възел) и разстоянията по X и по Y съгласно схемата от фиг.2.5-1.

Командата изисква равна стъпка на номерата в двете посоки. Ако тя се променя на дадено място може да извършите операцията няколко пъти за отделните части от мрежата. Командата стартирате като изберете меню “Мрежа\Възли”, . Попълнете необходимата информация и натиснете “Старт”. След попълване на дадено поле с клавиш “Enter” се преминава на следващото. Бутонът “Помощ” извиква схемата на фиг. 2.5-1.



Фиг. 2.5-1

Ако J4 = 0 и J5 = 0 се формира един ред, а ако J2 = 0 и J3 = 0 - една колона.


**Размножаване.** То позволява копиране на възел или група маркирани възли многократно чрез трансляция, ротация, симетрия или подобие. При задаване на параметрите на трансформация се дефинира положението не на

втория, а на последния възел като междинните се разполагат чрез делене на разстоянието на равни части.

За повече информация виж 2.4.4 (команда “Размножаване”).

**Таблица.** Информацията за координатите на възлите е достъпна и в табличен вид. Извикването ѝ става чрез менюто “Данни\Таблица възли”.

### 2.5.2. Изтриване

Маркирайте възлите и кликнете меню “Редактор\Изтрий”,  или клавиш “Del”. Изтриването на възли, към които има прикрепени елементи не е позволено. За да се изпълни изискването номерата на възлите да са последователни, след изтриването се извършва автоматично преномериране.

### 2.5.3. Редактиране

**Поединично.** Като кликнете с десен бутон върху възел се показва формата “Свойства”, съдържаща информация за него. Може да промените част от нея и да натиснете “Запис”. Оттук може да смените и номера на възела. Промяната на “X” или “Y” ще премести възела в ново положение.

Информацията за товарите във възела е организирана йерархично за удобство. Товарите са сортирани първо по товарно състояние и след това по тип. Като кликнете знака “+” отдясно на името на състоянието ще видите списък на типове товари. Ако кликнете “+” пред типа товар ще видите товарите от дадения тип в даденото товарно състояние. Ако няма “+” това означава, че няма товари от този тип. Информацията за товари не може да се редактира оттук.

**Местене.** Може да стане по следните начини:

- **трансформации:** Маркирайте възлите и използвайте командите транслагация, ротация, симетрия или подобие.

- **таблица:** Отворете “Таблица възли”, променете координатите на възлите и изберете менюто “Запис”.

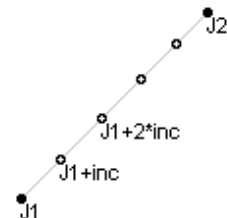
- **форма:** Кликнете с десен бутон върху даден възел, променете координатите в формата “Свойства” и натиснете бутона “Запис”.

- **влачене:** Маркирайте възел и кликнете с ляв бутон върху него за да го “хванете”. Пуснете бутона, придвижете курсора в желаната позиция и кликнете повторно с ляв бутон за да преместите възела. С десен бутон отказвате командата преди да е завършена.

**Генерации.** Генерацията дава възможност група от възли с равна стъпка в номерата (*inc*) да се създават или преместват така, че да образуват избрана геометрична фигура. За целта трябва да има налични базови възли, от които се получава информацията за геометрията на фигурата и номерата на генерираните възли. Командата се стартира от менюто “Мрежа\Генерации”. Показва се диалог. С бутоните изберете геометричната фигура, попълнете необходимата информация в таблицата и натиснете бутона “Старт”. В случай на неуспешно изпълнение на командата непосредствено след това изберете командата “Отмени” от менюто “Редактор”. Възможните генерации са:

- **линия** - формират се възли с нарастване “*inc*” на номерата през равни разстояния по отсечката, определена от съществуващите възли  $J1$  и  $J2$ . Броят на деленията се определя по формулата:  $n = (J2 - J1) / inc$

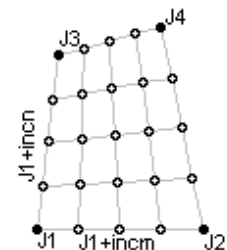
Разликата  $J2 - J1$  трябва да е кратна на *inc*.



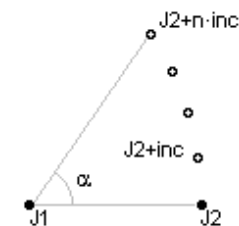
- **полигон** - в четириъгълника с върхове възлите  $J1, J2, J3, J4$  се генерира мрежа от възли през равни разстояния съгласно схемата. Базовите възли трябва да се опишат в показания ред. Броят “хоризонтални” съответно “вертикални” деления е:

$$m = (J2 - J1) / incm = (J4 - J3) / incm$$

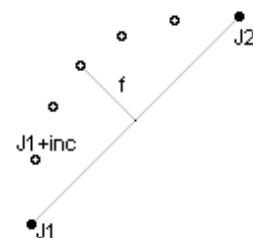
$$n = (J3 - J1) / incn = (J4 - J2) / incn$$



- **арка** - разделя част от окръжност, ограничена от ъгъл  $\alpha$  на равни части.  $J1$  определя центъра, а  $J2$  е част от окръжността и начало на арката. Посочва се броя деления  $n$  и нарастването *inc*. Положителната посока на ъгъл  $\alpha$  е обратно на часовниковата стрелка.



- **парабола** - подобна е на генерацията по линия с тази разлика, че се посочва и стрелка  $f$ , която дефинира параболата в локална координатна система с абсциса по правата  $J1-J2$ . Стрелката може да бъде и с отрицателна стойност.



#### 2.5.4. Номерация

Последователността на номериране на възлите е важна за скоростта на решение и за удобно боравене с изходната информация. С оглед на това са разработени процедури за преномериране на възлите и на елементите. Преномерирането се състои от две основни операции:

- **стръскване** - даден възел се изважда от списъка, а тези с по-големи номера се изместват с една позиция надолу. Стръскване се осъществява при изтриване на възли. Например, след премахването на възел № 2 от чертежа:

1 2 3 4 5

се извършва преномериране на останалите възли както следва:

1 x 2 3 4

- **вмъкване** - възел с даден номер се добавя в списъка като всички възли с по големи номера се избутват с една позиция нагоре. Вмъкването се извършва при копиране. Например, възлите:

1 2 3 4

след вмъкване на възел №2 изглеждат така:

1 2 3 4 5

- **преномериране** - може да се разглежда като последователност от две операции: (1) изтриване и стръскване и (2) вмъкване на същото място.

Например преномерирането на възел № 4 в № 2 изглежда така:

Първоначално положение:

1	4	2	3	5	6
---	---	---	---	---	---

След (1):

1	x	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---

След (2):

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---


Преномерирането на единичен възел може да стане като се кликне с десен бутон и се промени номерът му във формата “Свойства”. Преномерирането на група възли се извършва в следната последователност:

1. Маркирайте възлите.
2. Изберете меню “Данни\Преномерирай възли”.
3. Отговорете на подканата “Въведете отместване на номерата:” и натиснете “Enter”.

### 2.5.5. Опори

Опорите са свойство на възлите и се делят условно на:















- **стандартни** - най-често използвани и затова са с предварително зададени пружинни константи. Присвояването им на възли става чрез бутон с иконата на опората. На екрана се изобразяват с графичен символ. Въвеждането им става в следната последователност:


1. Изберете меню “Данни\Опори\Стандартни”,  за да извикате формата “Опори”. В нея за всеки тип опора има бутон със съответната икона.

2. Маркирайте възли.

3. Кликнете бутона на съответната опора. Възможните опции за ограничения на премествания са дадени в табл. 2.5-1.

Табл. 2.5-1

За рамки		За гредоскари	
	Трансл. по ос X		Ротация по ос X
	Трансл. по ос Y		Ротация по ос Y
	Ротация по ос Z		Трансл. по ос Z
	Транслации по оси X и Y		Ротации по оси X и Y
	Трансл. по ос X, ротация по ос Z		Ротация по ос X, Трансл. по ос Z
	Трансл. по ос Y, ротация по ос Z		Ротация по ос Y, Трансл. по ос Z
	Всички степени на свобода		Всички степени на свобода

Бутонът с икона  премахва опорите от маркираните възли.

- **пружинни** опори. Задаването им става в следната последователност:

1. Изберете меню “Данни\Опори\Пружинни”. Показва се формата “Опори”, съдържаща таблица с типовете опори. Изобразяването на пружинните опори на екрана става чрез надписване на номера на типа опора.

2. Попълнете пружинните константи за всеки тип опора, които за рамки са:

**CX (CY)** - сила по X (Y) при единична X (Y) трансляция;

**CM** - момент при единична ротация;

**CXY** - сила по X при единично Y-преместване;

**CXM (CYM)** - сили по X (Y) при единична ротация.

Пружинните константи при скарите са аналогични.

Ако в дадено направление преместването е нула, за съответната пружинна константа записваме -1, а програмата приема константа  $10^{20}$ . Числата *CXY*, *CXM*, *CYM* се дават само за наклонени опори, пилоти и др. с реална коравина. **Тук не поставяйте -1 !!!** След като попълните информацията в таблицата, изберете “Запис” за да обновите списъка с опори.

3. Посочете съответствието “възли - тип опора”. Това става като кликнете съответния ред в таблицата, маркирате възлите и изберете меню “Елементи” от формата. Ако не сте записали информацията от таблицата ще получите подкана да направите това.

## 2.6. Елементи

Използва се прътов елемент в два варианта - за рамки и за гредоскари. Има възможност за поставяне на стави във втория или в двата възела на елемента. Краищата му могат да бъдат изместени спрямо възлите посредством безкрайно корави зони. Могат да се задават правоъгълни, Т и двойно-Т напречни сечения, които ще наричаме “прости”. Предвидена е възможност и за вход на “произволни” напречни сечения, чрез въвеждането на техните инерционни характеристики.


### 2.6.1. Добавяне

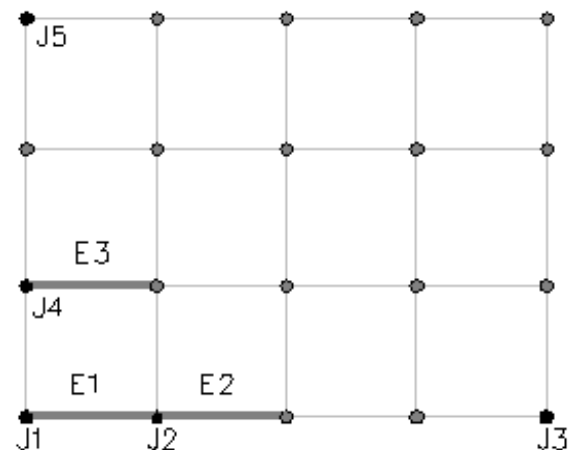
**Чертане** - меню “Чертане\Елементи”, 

Посочете първи и втори възел за да добавите елемент между тях.

Ако кликнете на място, където няма възел, такъв се създава автоматично. Той получава последен номер и посочените координати. Това е удобно при въвеждане на непрекъснати греди.

### Мрежа

Генерират се елементи по предварително създадена мрежа от възли. Изискването към мрежата е стъпката в номерата на възлите в дадено направление да бъде еднаква. За да стартирате командата изберете меню “Мрежа\Елементи”, . Появява се диалог “Мрежа елементи”. Описват се номерата на базовите възли и елементи от мрежата съгласно схемата от фиг.2.6-1.



Фиг. 2.6-1

Ред ще наричаме условно елементите в посока от *J1* към *J3*, а колона - в посока към *J5*.

Опцията “Пълна” създава едновременно редове и колони от мрежата. Посочва се само номерът на първия елемент *E1*. Номерират се първо редовете и след това колоните.

Опцията “Редове” създава само редове. Описват се *E1*, *E2* и *E3*. Чрез подходящи описания на номерата на възли и елементи може да се генерират и самостоятелен ред или колона.

## Примери:

<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>J1</i>	<i>J2</i>	<i>J3</i>	<i>J4</i>	<i>J5</i>	Опция
1	-	-	1	2	4	5	13	Пълна

<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>J1</i>	<i>J2</i>	<i>J3</i>	<i>J4</i>	<i>J5</i>	Опция
1	-	-	1	5	13	2	4	Пълна

<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>J1</i>	<i>J2</i>	<i>J3</i>	<i>J4</i>	<i>J5</i>	Опция
1	2	4	1	2	4	5	13	Редове

<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>J1</i>	<i>J2</i>	<i>J3</i>	<i>J4</i>	<i>J5</i>	Опция
1	-	-	1	5	13	2	4	Редове

<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>J1</i>	<i>J2</i>	<i>J3</i>	<i>J4</i>	<i>J5</i>	Опция
5	0	6	2	3	0	6	14	Редове

<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>J1</i>	<i>J2</i>	<i>J3</i>	<i>J4</i>	<i>J5</i>	Опция
1	2	0	5	6	8	0	0	Редове

## 2.6.2. Изтриване

Маркирайте елементите и изберете меню “Редактор/Изтрий”,  или натиснете клавиш “Del”. След изтриването се извършва автоматично преномериране.

## 2.6.3. Свойства

**Обща информация.** Свойствата (характеристиките) на елементите са:

Свойство	Стойност по подразбиране
Номер на елемента	-
Възли на елемента	1 и 2
Тип елемент (стави)	3
Тип материал	1
Тип напречно сечение	1
Тип безкрайно корави зони (БКЗ)	няма
Винклерова константа	0.0

**Входната информация** се въвежда по следния начин: Първо се формират списъци с данни за отделните типове свойства в табличен вид. След това се посочва съответствието “Тип свойство - елементи”. Това може да стане по три начина:

- **таблично**. Изберете меню “**Данни\Таблица елементи**”. Попълнете **номера** на типа свойство в съответната колона на таблицата. Само за винклерова константа се попълва **стойността** ѝ. Колонката “**Тип**” се отнася за “тип стави” и може да има стойност от 1 до 3.

- **графично**. Маркирайте елементи, кликнете номера на свойството в таблицата за съответното свойство и изберете меню “**Елементи**”.


- **поединично**. Кликнете върху елемента с десен бутон. Появява се формата “**Елементи**”. В нея се вижда информацията за елемента, включително и за товарите. Информацията може да бъде редактирана и записана посредством бутона “**Запис**”.

**Тип стави**. Съществуват три типа елементи по отношение на вложените стави:

- **ТИП 1**  - става-става;


- **ТИП 2**  - запъване-става (**ставата винаги е във втория възел!**);

- **ТИП 3**  - запъване-запъване (взаимно неподвижно свързване).

Активирайте формата “**Тип стави**” от менюто “**Данни\Тип стави**”, . При показването ѝ на екрана автоматично се включва надписване на тип елемент. За да укажете тип стави, маркирайте елементите, след което кликнете съответния бутон от формата.

Може да използвате командата от менюто “**Данни\Обърни елемент**” за да смените положението на ставата на елементи от втори тип. При това номерата на възлите на съответните елементи автоматично сменят местата си.

**Материали**. Материалите се задават в следната последователност:

1. Кликнете меню “**Данни\Тип материал**”, . Показва се формата “**Материали**”. Върху всеки елемент се изписва типа материал.

2. Всеки ред от таблицата съдържа характеристиките за даден тип материал. Добавете необходимия брой редове и попълнете характеристиките:

$N$  - номер на типа на материала (получава се автоматично);

$E$  [kPa] - модул на еластичност;

$\nu$  - коефициент на Поасон (0 - 0.5);

$\alpha$  [ $1/^\circ\text{C}$ ] - коефициент на линейно температурно разширение.

След попълването изберете меню “**Запис**”.

3. Посочете съответствието “елементи - тип материал”. Това става като кликнете типа материал в таблицата, маркирате елементите и изберете меню “**Елементи**” от формата. Ако не сте записали информацията от таблицата ще получите покана да направите това.

При отваряне на нова задача автоматично се създава материал тип 1 с хапарактеристиките на бетон “B15”. При добавяне на елементи, те автоматично получават тип материал 1.



## Напречни сечения

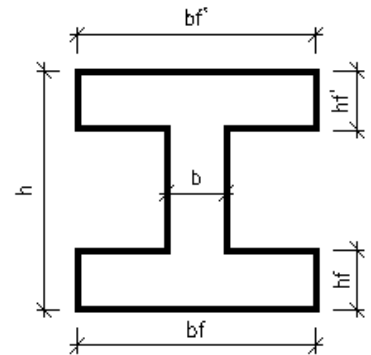
Съществуват два типа напречни сечения: прости и произволни:

**Простите** напречни сечения представляват I сечения с размери съгласно схемата от фиг. 2.6-2. Ако се зададат нулеви размери на фланшовете могат да се получат правоъгълни или T сечения с горен или долен фланш.

**Произволните** напречни сечения се дефинират чрез задаване на следните характеристики:

$I$  [m<sup>4</sup>] - инерционен момент за огъване;  
 $A$  [m<sup>2</sup>] - площ за нормални сили- за рамки;  
 (за скари -  $I_t$  - инерционен момент за усукване);  
 $A_Q$  [m<sup>2</sup>] - площ за напречни сили;

$b$  [m] - широчина на основната фуга. Служи за определяне на реакцията на основата на елементи върху винклерова основа. Реакцията е  $p = k \cdot b \cdot v$  [kN/m]



Фиг. 2.6-2

( $k$  [kPa/m] -винклерова константа,  $v$  [m] - преместване напречно на елемента).

$h$  [m] - височина на елемента. Служи за определяне на нормалните напрежения в крайните нишки и на взаимното завъртане от температура

$$\Delta\varphi = \alpha_t \cdot (t_{\text{горно}} - t_{\text{долно}}) \cdot l / h.$$

$y_c$  [m] - разстоянието от долен ръб на сечението до центъра на тежестта. Служи за определяне на нормалните напрежения:

$$\sigma_{\text{долу}} = N/A + y_c \cdot M/I$$

$$\sigma_{\text{горе}} = N/A - (h - y_c) \cdot M/I$$

Задаването на напречни сечения става в следната последователност:

1. За прости сечения изберете меню “[Данни\Тип сечение\Просто](#)”, . За произволни напречни сечения изберете меню “[Данни\Тип сечение\Произволно](#)”. Показва се формата “[Напречни сечения](#)”. Включва се надписване на тип сечение на чертежа. Номерата на произволните напречни сечения продължават след тези на простите.

2. Всеки ред от таблицата съдържа характеристиките на даден тип сечение. Добавете необходимия брой редове и попълнете данните. Накрая изберете меню “[Запис](#)”.

3. Посочете съответствието “елементи - тип сечение” като кликнете съответния ред в таблицата, маркирате елементите и изберете меню “[Елементи](#)” от формата. Ако не сте записали информацията от таблицата ще получите подкана да направите това.

При отваряне на нова задача в нея автоматично се създават едно просто и едно произволно напречно сечение. При добавяне на елементи те автоматично получават тип сечение - “просто”, №1.

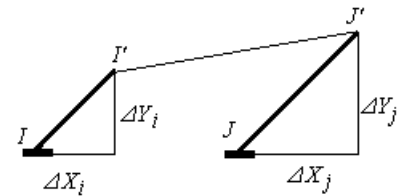
**Безкрайно корави зони (БКЗ).** БКЗ служат за отнемване на краищата на деформируемата зона от възлите на елемента. Дефинират се типове БКЗ, които имат следните характеристики:



$N$  - номер на типа БКЗ;

$\Delta X_i$ ,  $\Delta Y_i$ ,  $\Delta X_j$ ,  $\Delta Y_j$  - проекции на БКЗ върху координатните оси;


$a_i$ ,  $a_j$  - удължения на гъвкавата част на елемента с оглед отчитане на деформируемостта на зоната, в съседство с гъвкавата част (препоръчва се 1/3 до 1/5 от височината  $h$  на напречното сечение);



Фиг. 2.6-3

Означенията на възлите са следните:  $i$  - ляв възел,  $j$  - десен възел. Знаците на  $\Delta X_{i(j)}$  и  $\Delta Y_{i(j)}$  са положителни, ако края на гъвкавата зона е надясно и нагоре от съответния възел, както е показано на фиг. 2.6-3

Задаването на БКЗ става в следната последователност:

1. Изберете меню “Данни\Тип БКЗ”, . Показва се формата “Безкрайно корави зони”. В нея се вижда списъка с БКЗ за текущата задача.

2. Добавете необходимия брой редове в таблицата и попълнете данните за БКЗ. Накрая изберете меню “Запис”.

3. Посочете съответствието “елементи - тип БКЗ”. Това става като кликнете съответния ред в таблицата, маркирате елементите и изберете меню “Елементи” от формата. Ако не сте записали информацията от таблицата ще получите покана да направите това. Ако искате да премахнете БКЗ от елементи изберете меню “Изчисти”.

**Винклерова основа.** Задава се винклерова константа в [kPa/m] поотделно на всеки елемент в следната последователност:

1. Маркирайте елементи.

2. Изберете меню “Данни\Винклерова константа”.

3. Напишете стойността в входния диалог и натиснете “ОК”.

Удобно е въвеждането на винклеровата константа директно в “Таблица елементи”.

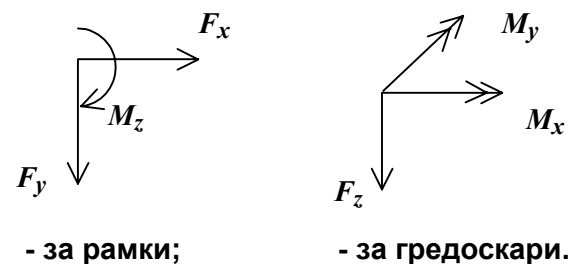
## 2.7. Товари

Товарите биват:

- възлови;

- по елементи:

- концентрирана сила (момент);
- разпределен (по линеен закон);
- температурна промяна.



- за рамки;

- за гредоскари.

Фиг. 2.7-1

**Положителните посоки на товарите** са показани на фиг. 2.7-1:

Преместване с големина  $d$  на опора с пружинна константа  $k$  се задава като в съответния възел се приложи сила  $F = d \cdot k$ . За безкрайно корави опори е прието  $k = 10^{20}$ . Всеки товар се прилага за дадено товарно състояние.


Товарите са групирани в товарни състояния. Изобразяват се на екрана чрез символи, показващи вида, стойността и знака им. В даден момент се виждат товарите само от едно избрано товарно състояние.

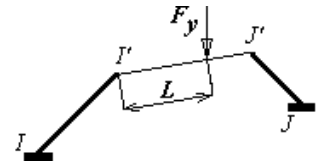
### 2.7.1. Добавяне на товар

Изберете съответния тип товар от менюто "Данни\Товари". На екрана се появява диалогов прозорец за вход. Изберете товарно състояние и посока на действие и попълнете големината и необходимите данни за отстояния и дължини (само за товари върху елементи). Маркирайте елементите (възлите), върху които ще бъде приложен товара. Изберете менюто "Добави" от диалога. Товарите се добавят към съществуващите и веднага се изобразяват на екрана. Ако няколко товара съвпадат по положение и посока, на екрана се изписва сумарната им стойност.

**Възлови товари.** - бутон . Посочва се направление и стойност.

#### Товари върху елементи

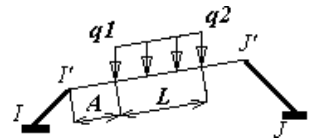
- **концентриран.** - бутон . Посочва се направление; стойност и разстояние  $L$ , от първия възел до приложната точка на силата, мерено по оста на елемента. Ако елементът има безкрайно корави зони, разстоянието се мери от точка  $I'$ .



Фиг. 2.7-1


- **разпределен по линеен закон** - бутон . Посочват се следните данни:

- $q_1, q_2$  - интензивност на в началото и в края;
- $A$  - разстоянието от точка  $I'$  до началото на товара;
- $L$  – дължина на товара.

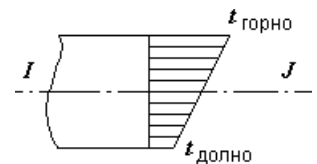


Фиг. 2.7-2

Ако  $A=0$  и  $L=0$ , се приема, че товарът е разпределен върху цялата деформируема част на елемента.

- **температурен** – бутон . Представява температурна промяна по цялата деформируема част на елемента.

Посочват се  $t_{\text{долно}}$  и  $t_{\text{горно}}$  - нарастването на температурите в съответните нишки на елемента;



Фиг. 2.7-3

### 2.7.2. Изтриване на товар

Активирайте менюто "Данни\Товари\<Тип товар>". Изберете вида товар и товарното състояние, попълнете необходимите данни за отстояния и дължини. Маркирайте елементите (възлите), от които ще изтриете товара. Изберете менюто "Изтрий" от диалога. Изтриват се само товарите от избраните елементи (възли) в посоченото товарно състояние от посочения тип и съвпадащи с описаното положение.

### 2.7.3. Заменяне на товар

Процедира се както при добавяне на товар, като вместо "Добави" трябва да изберете менюто "Замени".

### 2.7.4. Товарни състояния

**Товарните състояния се въвеждат преди товарите!** За целта изберете меню "Данни\Товари\Товарни състояния" и попълнете таблицата. След записване на името на всяко състояние натиснете "Enter". Всяка задача се стартира с едно товарно състояние по подразбиране. Ако е рамка от система ВНК, тя има четири товарни състояния:

"E" - земеръс; "W" - вятър; "T" - температура; "Вертикален товар".

Броят на състоянията не може да бъде по-голям от 20.

### 2.7.5. Комбинации

Комбинираните усилия се получават от усилията от отделните товарни състояния по формулата:

$$R_c = \sum \psi_i \cdot R_i,$$

където  $R_i$  е разрезно усилие, а  $\psi_i$  е коефициент на комбинация за товарно състояние  $i$ . За състоянията E, W, T даваме само един коефициент, но те автоматично се комбинират с "+" и "-". Комбинациите с техните коефициенти се въвеждат в таблица, която се извиква от менюто "Данни\Товари\Комбинации". Колоните представляват отделните товарни състояния, а редовете - отделните комбинации. Добавянето на редове става с командата "Добави" от менюто. След попълване на информацията натиснете "Запис".

### 2.8. Модел на плоча

За изчисляване на етажна или фундаментна плоча в STADYPS е заложен моделът "гредоскара". Той позволява лесно и бързо изчисляване на плочата при отчитане също и на съвместната ѝ работа с гредите. Точността на резултатите при такъв модел, който е съставен съгласно алгоритъма на програмата, е напълно съпоставима с точността при използване на огъвни крайни елементи тип SHELL.

Върху плочата се полага мрежа. В местата на колоните, шайбите и гредите задължително се поставят възли, а по дължината на гредите и шайбите - елементи. Полетата от плочата се разделят на ивици. Достатъчно е във всяко поле да има 2-4 ивици.

Характерното при този модел е, че един равнинен (двумерен) обект се моделира само с линейни (едномерни) крайни елементи - пръти. Тук трябва да се има предвид следната особеност.

Прътовият краен елемент е "точен" и следователно решението на скарата по метода на крайните елементи (МКЕ) е точно в смисъла на линейната строителна механика. Приблизително е заместването на плочата със скара. Тук вместо *математическа дискретизация*, която е в основата на МКЕ се извършва *физическа дискретизация*. При това изследванията показват че моделът "скара" добре апроксимира една плоча, ако коравината на усукване на прътовия елемент е 0.5 от действителната. Поради специфичните свойства на материала стоманобетон този коефициент на редуция е по-добре да се приеме 0.3 - 0.4.

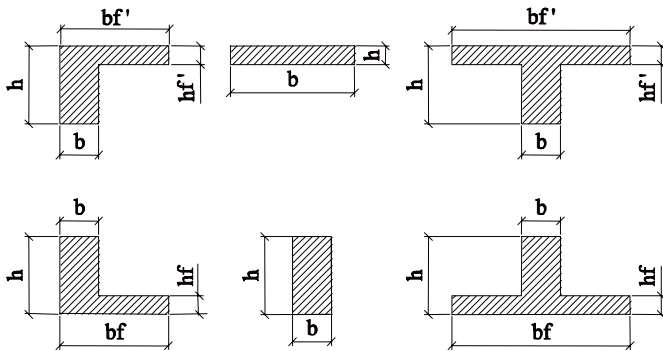
Моделът "скара" за една плоча изисква *предварителна подготовка*, състояща се от **изчисляване на:**

- **напречните сечения на прътовите елементи**, съответстващи на геометрията на мрежата;
- **линейните товари** върху елементите, еквивалентни на площните товари от полетата.

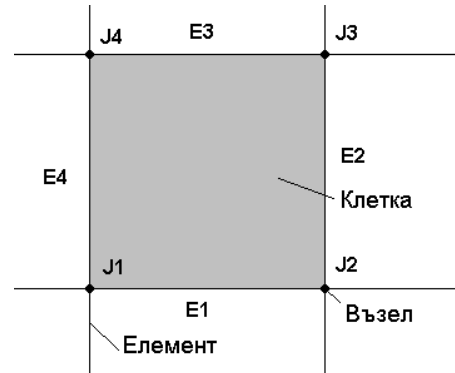
При произволна геометрия на плочата това е трудоемък процес, поради което във версия 5.0 на STADYPS той е автоматизиран.

### 2.8.1. Изчисляване на напречните сечения и на товарите на елементите

**Основни понятия.** Мрежата се разполага така, че осите на елементите от скарата да образуват ивици в двете посоки, като ширината на един елемент е равна на ширината на припадащата му се ивица от плочата. В зависимост дали елементът попада в зоната на греда или в поле могат да се получат няколко типа напречни сечения, показани на фиг. 2.8-1.



Фиг. 2.8-1



Фиг. 2.8-2

Затворените фигури между елементите ще наричаме “клетки” (фиг. 2.8-2).

#### Формиране на клетките

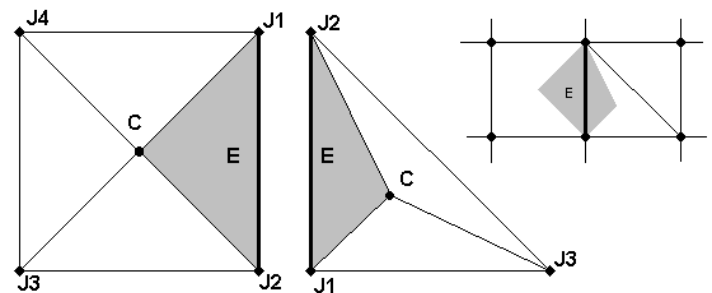
Процесът се извършва автоматично като условието е клетката да е оградена отвсякъде с елементи и да представлява четириъгълник или триъгълник. Когато елементите заграждат фигура с по-голям брой върхове остава празно поле - отвор в плочата. Клетките могат да бъдат маркирани; могат да се изтриват като по този начин се формират отвори; може да им бъде задавана дебелина  $h_{пл}$  и площни товари  $q$ . С тяхна помощ се формират напречните сечения и натоварването на елементите от гредоскарата.

**Напречни сечения.** За да се определят размерите на напречните сечения трябва да се определят ширините на елементите. За целта всяка клетка се разделя на триъгълници, както е показано на фиг.2.8-3 като се използва центъра на тежестта  $C$ . Изчисленията се провеждат в следната

последователност:

1. Определят се координатите на точка  $C$ .

2. Пресмятат се лицата на триъгълниците  $CJ_1J_2$  отляво и отдясно на елемента  $E$  и се сумират. Получава се припадащата площ  $A_E$  на елемента.



Фиг. 2.8-3


3. Ширината на елемента се определя по формулата  $b_E = 2 \times A_E / l_E$ , където  $l_E$  е дължината на елемента. Ако елементът попада в зоната на греда, тя се добавя като се получава плочогредово напречно сечение (фиг.2.8-1).

**Товари върху елементите.** Прието е, че товарите върху елементите  $q_E$ , които са еквивалентни на площните  $q_{pl}$ , са равномерно разпределени, с интензитет получен по формулата:

$$q_E = q_{pl} \times A_E / l_E, \quad \text{където } q_{pl} \text{ е площният товар върху плочата.}$$

## 2.8.2. Начин на работа

**Клетки.** Формират се автоматично като се избере меню "Плоча\Генерирай". Ако има съществуващи клетки се получава съобщение "Вече има създадени клетки. Да продължа ли?". Ако изберете "Yes" ("Да") старите клетки се изтриват и заедно с тях се загубва наличната информация за дебелина на плоча и за площни товари и се налага да я въведете отново.

Клетките се изобразяват на екрана като четириъгълни или триъгълни плътни фигури. Видимостта им може да се включва като изберете меню "Екран\надписи", . Появява се диалог "Надписи и символи". Отидете на страницата "Елементи" и изберете опцията "плоча". Различните дебелини на плочата се означават с различни цветове и щриховки на клетките. Тези, на които не е зададена дебелина на плочата се оцветяват в сиво. Гредите се означават с по-дебели линии като различните типове греди може да имат различни цветове. Товарите върху клетките се обозначават посредством тяхната стойност, написана в центъра на тежестта на всяка клетка.

Маркирането на клетки е основна операция и може да стане по един от следните начини:

- *поединично* - като кликнете с ляв бутон във вътрешността на дадена клетка в режим маркиране. Клетката се оцветява в червено. Размаркирането става като кликнете с десен бутон.

- *със заграждане* - с две последователни кликания начертайте правоъгълник около желаните клетки. Ако правоъгълникът е начертан отляво-надясно, се маркират тези, на които всички възли попадат в правоъгълника. Ако е отдясно-наляво - трябва да попада поне един възел.

- *по тип плоча* - като задържите бутон "Shift" и кликнете върху дадена клетка, се маркират всички клетки от същия тип плоча (дебелина и цвят).

Могат да се използват и командите "Маркирай всичко" и "Маркирай нищо".

Изтриването на клетки става както и при останалите обекти с клавиш "Del" и се използва за да се "изрежат" отвори в плочата.

**Напречни сечения.** За да се изчислят автоматизирано напречните сечения на елементите (при вече създадени възли, елементи и клетки) се извършва следното:

1. Задават се дебелини на плочата по клетки;
2. Задават се напречни сечения на гредите по елементи;
3. Стартира се формиране на напречни сечения.

**Дебелината** на плочата се задава като се формират отделни типове плоча. За всеки тип плоча се задават дебелина, цвят и щриховка. Това става като изберете меню "Плоча\Типове плоча". Попълнете таблицата за типовете плоча. Информацията за цвят и щрих се задава чрез двойно кликане в съответното място в таблицата. След това трябва да посочите съответствието "клетки - тип плоча". Маркирайте съответните клетки, кликнете върху номера на типа и изберете менюто "Клетки". Маркираните клетки се оцветяват в избрания цвят, което означава, че имат и съответната дебелина. Ако даден елемент се намира на границата на две зони с различни дебелини на плочата се взема средно аритметично.



**Гредите** се задават като се формират отделни типове греди. За всеки тип се попълват в таблица: височина  $h$ , ширина  $b$ , позиция (права или обратна греда) и цвят. Тя се извиква от менюто "**Плоча\Типове греди**". Информацията за цвят се попълва чрез двойно кликуване. Тип греда се задава на елементи като ги маркирате, кликнете върху номера на типа и изберете менюто "**Елементи**". Премахване на тип "греда" от елементи става като ги маркирате и изберете "**Изчисти**".

**Формирането на напречни сечения** се стартира от менюто "**Плоча\Изчисли напречни сечения**". Тъй като ширините на елементите се изчисляват автоматично, при "крива" мрежа се получават голям брой близки типове напречни сечения. С цел да се избегне това програмата Ви подканва да въведете стъпка за закръгляване на ширините на елементите (в метри). Колкото по-голямо е това число, толкова по-малък брой напречни сечения ще се получи. Трябва да се получат не повече от 100 типа напречни сечения. Грешката не е голяма ако при стъпка на мрежата 1-2 м. се въведе стойност 0.05 м.

При извършване на горната операция съществуващата информация за напречни сечения (ако има такава) се изчиства и се формира нова. Ако някои елементи имат специфично напречно сечение, то се въвежда след това по стандартния начин.

**Площни товари.** Задават се на клетките, след което се стартира процедура за изчисляване на еквивалентните товари върху елементите. Изобразяването им на екрана става с надписване на стойността им. Ако еквивалентните товари са изчислени, те се надписват в центъра на всеки елемент. Само еквивалентните товари участват в изчислителния процес.

Въвеждането става от менюто "**Плоча\Площни товари**". На екрана се появява диалогов прозорец за вход. Попълнете стойността на товара и изберете товарно състояние. Маркирайте клетките, върху които ще бъде приложен товара. Изберете менюто "**Добави**". Товарите се събират със съществуващите. Менюто "**Изтрий**" премахва товарите от маркираните клетки в избраното товарно състояние. Командата "**Замени**" е еквивалентна на последователното избиране на командите "**Изтрий**" и "**Добави**".

Изчисляването на еквивалентните товари се стартира от менюто "**Плоча\Изчисли еквивалентни товари**".

## 2.9. Анализ

Изчисляването на самостоятелна конструкция (рамка или гредоскара) става чрез менюто "**Анализ**". С него се стартира изчислителния процесор. Той прочита файла с данни за текущата задача **\*.d??** и формира файл с резултати **\*.p??**. Ако текущата задача не е записана, програмата Ви подканя да я запишете.

При изчисляване на гредоскара получавате подкана да въведете "Коефициент за корекция на коравината на усукване". Ако гредоскарата е модел на плоча, теоретичният коефициентът е 0.5, а за стоманобетона плоча - между 0.3 и 0.5.

Изчислителният процесор се стартира в текстов прозорец. В него се изписват отделните етапи от решението, преминали успешно. В случай на

грешка процесорът спира и изписва съобщение. При завършване на решението натиснете произволен клавиш за да затворите прозореца. Стартирането на процесорите може да стане и директно като стартирате файл **"ram.exe"** за рамка или **"ska.exe"** за гредоскара. Програмата ви пита за име на файл, което трябва да запишете заедно с пълния път към него.

Изчисляването на рамки и плочи в система от вертикални носещи конструкции е описано в част "Проект" (т. 3.11).

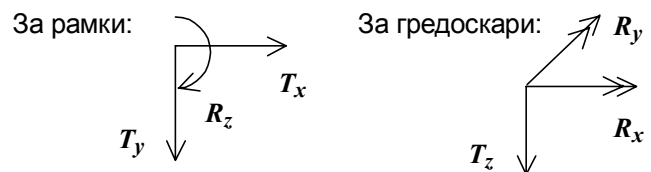
## 2.10. Резултати

Резултатите могат да се разглеждат в текстов файл или във вид на диаграми. Файлът се записва при анализ на модела. Резултатите трябва да съответстват на файла с данни, което означава, че **при всяка промяна на входните данни трябва да се стартира нов анализ!**

**Файл с резултати.** Носи името на файла с данни и разширение \*.p??. Отваря се в "Notepad" от менюто "Резултати\Файл". Ако е необходимо, се стартира програмата "Convert.exe", която дава възможност файлът да се конвертира в друга кодова таблица (напр. UNICODE) преди да се прочете. В него са поместени всички входни данни и резултатите. При всички товарни състояния  $M$  са моментите във възлите  $I, J$  докато  $M^*$  са моментите в точки  $I', J'$  (фиг. 2.6-3). Положителните моменти предизвикват опън в долните нишки на елемента. Силите  $N$  и  $Q$  са в локалната  $I'-J'$  система. Положителните посоки на вътрешните усилия и преместванията са показани на фиг. 2.10-1 и 2.10-2.



Фиг. 2.10-1. Положителни усилия



Фиг. 2.10-2. Положителни премествания

$T$  - трансляция;  $R$  - ротация

За състоянието  $E$  силите  $M^*, N, Q$  се дават за всяка собствена форма, когато формата е активирана от **земетръс по "направление на формата"**. Като резултат от прилагането на два метода за комбиниране (XY-метод и CQC-метод) се изчисляват 4 комплекта от стойности  $M^*, N$ , които съответстват на максималното нормално напрежение в долните и в горните нишки за двата края на елемента. **Твърде важно е, че тези комплекти от гранични усилия (всяко от които не е максимално) имат съответни знаци.** Граничните стойности на  $Q$  съответстват на максималното тангенциално напрежение. Информацията при ветрово натоварване е подобна.

Символите вляво от комбинираните усилия означават:

- Sig/Tau показва на кое максимално напрежение съответства силата;
- Първият знак (+/-) показва нишките ("+" - долни, "-" - горни);
- Вторият знак (+/-) показва знака на участие на товарите  $E, W, T$ .

**Диаграми.** Осигурено е изчертаване на деформирана схема на конструкцията, диаграми на разрезните усилия и схема на опорните реакции. За целта изберете меню "Резултати\Чертеж". При тази команда първо се изчита файлът с резултати, след което се извиква диалогът "Резултати". Ако

файлът не съществува или е повреден, получавате съобщение за грешка. Диалогът предлага следните възможности:

**Чертай.** Изберете вида на схемата, която да се изобрази на екрана:

- - - - недеформирана конструкция;

**Д** - деформирана схема;

**Р** - опорни реакции;

**М** - диаграма на огъващия момент;

**N (T)** - диаграма на нормалната сила (усукващия момент - за гредоскари);

**Q** - диаграма на напречната сила;

**Товарно състояние.** Изберете товарно състояние, от което да се вземат резултатите.

**Стойности на преместванията.** Активира се, когато е избран чертеж "деформирана схема". Стойностите на преместванията се записват във възлите. Изберете една от следните възможности:

- - - - без надписване на преместванията;

**TX (RX)** - трансляция (ротация) по X;

**TY (RY)** - трансляция (ротация) по Y;

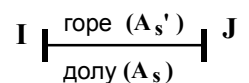
**RZ (TZ)** - ротация по Y (транслация по Z);

**Общо** =  $TX^2 + TY^2$  (=  $RX^2 + RY^2$ );

## 2.11. Оразмеряване

Извършва се оразмеряване на всички елементи по "**Норми за проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции**" '88 г. Изчисляват се армировките за поемане на усилията от всички товарни комбинации и се правят необходимите проверки за достатъчност на бетонното сечение. Допълнителните данни за оразмеряването се записват в файл с име \*.m??. Резултатите от оразмеряването се записват във файл с име \*.a??.

За всички данни и резултати е прието ръбовете на елемента да се наричат "долен" и "горен" съгласно схемата на фиг. 2.11-1. Към означенията на величините отнасящи се за горен ръб се добавя '.



Фиг. 2.11-1

### 2.11.1. Входни данни

За да се извърши оразмеряването трябва да е проведен анализ на модела, да съществуват файл с данни \*.d?? и файл с резултати \*.p??. За да започнете работа трябва да влезете в режим "**Оразмеряване**". За целта изберете меню "**Оразмеряване\Вход**". При това се отключват останалите команди от менюто, заключват се командите от менютата на пре- и постпроцесора, а вляво се зарежда лента с бутони за оразмеряване. Надписът на индикатора за режим на работа се сменя на "**ОРАЗ**". Ако има файл с данни за оразмеряване той се прочита, ако няма такъв или е повреден се зареждат стойности по подразбиране:

- тип бетон - "**B15**"

- тип стомана - надлъжна армировка - "**AIII**"

- тип стомана - напречна армировка - "**AI**"






- бетонно покритие - долна армировка-  $a = 0.02$  м
- бетонно покритие - горна армировка -  $a' = 0.02$  м
- армиране - "несиметрично"
- проекция на опасното сечение -  $c = 0$
- срезност на стремената -  $nw = 2$
- данни за оразмеряване на усукване - "част от гредоскара"
- коефициенти за условие на работа -  $\gamma_b = 1$ ;  $\gamma_{bt} = 1$ ;  $\gamma_s = 1$ ;  $\gamma_{sc} = 1$

Има три възможности за вход на данни: групово чрез маркиране, в таблица и поединично.

**Тип материал.** Посочват се тип на бетона и тип на стоманата - за надлъжни пръти и за стремена. Стандартните класове бетони и стомани с техните характеристики са описани предварително в таблица. Стойностите на якостите и Е-модула са в [MPa]. Те могат да се променят, както и да се добавят нови типове с нови характеристики. Командите се извикват както следва:



Табл. 2.11-1

Команда	Бутон	Меню
Тип бетон		"Оразмеряване\Тип бетон"
Тип стомана за пръти		"Оразмеряване\Тип стомана\Пръти"
Тип стомана за стремена		"Оразмеряване\Тип стомана\Стремена"

Задаването на типа материал по елементи става като маркирате елементите, класа материал и изберете менюто "Елементи".

Материалите, които се въвеждат за целите на оразмеряване нямат нищо общо с материалите от препроцесора, които служат за статическите изчисления.

### Данни за оразмеряване по нормални сечения

**Бетонно покритие на армировката.** бива долно ( $a$ ) и горно ( $a'$ ). Въвежда се разстоянието от ръба на елемента до центъра на тежестта на армировката в мерните единици, приети за текущата задача (m или ft). За да въведете бетонното покритие маркирайте желаните елементи и изберете меню "Оразмеряване\Бетонно покритие\" и съответната опция за долна и горна армировка. Въведете стойността и натиснете "ОК". Същите команди може да извикате и чрез бутоните:  - за долно и  - за горно покритие.

**Симетрично/несиметрично армиране.** Определя дали елементите ще се оразмеряват със симетрична или несиметрична армировка. Маркирайте елементи и изберете желаната команда от менюто "Оразмеряване". Елементите със зададена симетрична армировка се означават с "S", а тези с несиметрична с "A".

### Данни за оразмеряване по наклонени сечения

**Проекция на опасното сечение**  $c$ . Задава се проекцията върху оста на елемента в избраните мерни единици (m или ft). Ако  $c = 0$ , се изчислява най-опасното сечение  $c_0$ . Първо маркирайте елементи и след това изберете меню "Оразмеряване\Напречни сили\Проекция на опасното сечение - c". Въведете числото в диалога за вход и натиснете "ОК".

Срезност на стремената  $nw$ . Посочва се колко пъти стремената в едно сечение пресичат опасната наклонена пукнатина. Маркирайте елементи и изберете меню "Оразмеряване\Напречни сили\Срезност на стремената -  $nw$ ". Въведете числото в диалога за вход и натиснете "ОК".

### Данни за оразмеряване на усукване

За отделните елементи се избира една от двете опции: "Част от гредоскара" или "Част от плоча". Последното се използва при оразмеряване на гредоскара, представляваща модел на плоча. За да зададете съответна опция на елементите първо маркирайте, след което изберете желаната команда от менюто "Оразмеряване". Елементите, които са част от плоча се означават с буквата "P" и армировката се получава в  $[cm^2/m]$ , а останалите не се обозначават и армировката е в  $[cm^2]$ . Елементите, които имат плочогредово сечение се оразмеряват като самостоятелни и армировката е в  $[cm^2]$ , дори и да е зададено "Част от плоча."

### Коефициенти за условие на работа

Табл. 2.11-2

Озн.	Якост
$\gamma_b$	$R_b$ - натиск на бетона
$\gamma_{bt}$	$R_{bt}$ - опън на бетона
$\gamma_s$	$R_s$ - опън на армировката
$\gamma_{sc}$	$R_{sc}$ - натиск на армировката

Задават се за всеки елемент и за всяка комбинация. С тях се умножават якостите на бетона и на стоманата. Означенията на коефициентите за условие на работа са дадени в табл. 2.11-2.

Изберете меню "Оразмеряване\Коефициенти за условие на работа\За  $R[b/bt/s/sc]$ ". Появява се диалог за вход. В него трябва да попълните стойността на коефициента и да изберете товарното състояние. След това маркирайте елементи и натиснете бутон "Елементи". За край натиснете бутона "x" от заглавната лента на диалога.

### Въвеждане на данните в таблица.

Изберете меню "Оразмеряване\Таблица". Таблицата има вида:

Табл. 2.11-3

N	Тип	Сим.	Бетон	Прът	Стреме	a	a'	c	nw
1	B	S	5	3	1	0.02	0.02	0.00	2
[бр. ел.]	P	A	5	3	1	0.02	0.02	0.00	2

За всеки елемент има по един ред. Въвеждат се следните данни:

- **Тип** - една от двете възможности: **B** - част от гредоскара или **P** - част от плоча;
- **Сим.** - **S** - симетрично армиране или **A** - несиметрично армиране;
- **Бетон** - номерът на типа бетон от таблица бетони;
- **Прът** - номерът на типа стомана за надлъжна армировка от таблица стомани;
- **Стреме** - номерът на типа стомана за стремена от таблица стомани;
- **a** - бетонно покритие на долната армировка [m или ft];
- **a'** - бетонно покритие на горната армировка;

- $c$  - проекция на опасното сечение при проверка по наклонени сечения;
- $nw$  - срезност на стъемената.

Въвеждането на недопустима стойност е забранено.

**Въвеждане на данните поединично.** Кликнете върху елемента с десен бутон. Появява се формата “Елементи”. В нея се виждат данните за оразмеряване на елемента. Информацията може да бъде променена и записана посредством бутона “Запис”.

### 2.11.2. Оразмерителни проверки

**По нормални сечения.** Използва се итеративна процедура за оразмеряване на огъване с осова сила, която обхваща всички възможни комбинации от двете разрезни усилия:

- центричен опън (натиск);
- нецентричен опън (натиск) | - с голям ексцентрицитет;
- огъване; | - с малък ексцентрицитет;

Оразмеряването се извършва съгласно предпоставките заложи в “Норми за проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции”, 1988 г. Извършва се за крайно гранично състояние. Бетонът е изключен от работа в опънната зона и опънните напрежения се поемат изцяло от армировката. Диаграмата на натисковите напрежения в бетона се приема константа със стойност  $R_b$ . Неизвестните величини са:  $A_s$  - площ на опънната армировка;  $A_s'$  - площ на натисковата армировка;  $x$  - височина на натисковата зона. Те трябва да удовлетворяват условията за равновесие на вътрешните сили:

$$N + N_b + N_s + N_s' = 0 \quad (1);$$

$$M + M_b + M_s + M_s' = 0 \quad (2).$$

$M$  и  $N$  са разрезните усилия в сечението, получени при статическите изчисления. Нормалните сили в бетона и армировките и моментите им спрямо центъра на тежестта на сечението се намират по формулите:

$$N_b = A_b \cdot R_b;$$

$$N_s = A_s \cdot \sigma_s;$$

$$N_s' = A_s' \cdot \sigma_s';$$

$$M_b = N_b \cdot (h - y_c - x / 2);$$

$$M_s = N_s \cdot (y_c - a);$$

$$M_s' = N_s' \cdot (h - y_c - a');$$

$\sigma_s$  и  $\sigma_s'$  са напреженията съответно в долната и горна армировка:

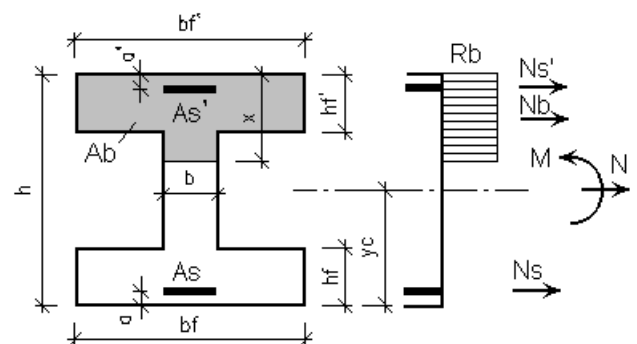
$$\sigma_s = - \frac{1 - \omega \cdot (h - a) / x}{1 - \omega \cdot h_0 / h} \cdot R_{sc} \leq R_s$$

$$\sigma_s' = - \frac{1 - \omega \cdot a' / x}{1 - \omega \cdot h_0 / h} \cdot R_{sc} \leq R_{sc}$$

$$\omega = 0.85 - 0.008 \cdot R_b$$

Процедурата протича по следния начин:

1. Приемат се начални стойности на армировките равни на минималните;



Фиг. 2.11-2

2. Прави се проверка за необходимост от армировка при натиснати сечения по формулата:  $x \cdot b \cdot R_b \geq N$ , където  $x = h + 2 \cdot M / N$ .

3. Извършва се итерация в 4 стъпки до удовлетворяването на (2):

3.1. Намира се  $x$  от условие (1) също по итерационен път;

3.2. Проверява се условието  $M + M_b + M_s + M_s' < \delta$ , и ако е изпълнено, итерацията спира;

3.3. Ако не е изпълнено се намират онези стойности на  $N_s$  и  $N_s'$ , които удовлетворяват условията за равновесие на вътрешните моменти като се съставят уравнения за центъра на горната и за центъра на долната армировка:

$$N_s = (M - M_b' + N \cdot (h - y_c - a')) / z_s; \quad N_s' = - (M - M_b - N \cdot (y_c - a)) / z_s$$

Моментите на силата в бетона спрямо центровете на долната и горната армировка са съответно:

$$\begin{array}{l} M_b = N_b \cdot z_b \\ M_b' = - N_b \cdot (z_s - z_b), \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \text{където } z_b \text{ е рамото на силата в бетона спрямо центъра} \\ \text{на тежестта на долната армировка, а } z_s \text{ е разстоянието} \\ \text{между центровете на тежестта на двете армировки.} \end{array} \right.$$

3.4. От получените нормални сили изчисляваме нови площи на армировките по формулите:

$$\begin{array}{ll} A_s = N_s / R_s \text{ при } N_s > 0; & A_s = - N_s / R_{sc} \text{ при } N_s < 0; \\ A_s' = N_s' / R_s \text{ при } N_s > 0; & A_s' = - N_s' / R_{sc} \text{ при } N_s < 0; \end{array}$$

Итерацията се повтаря с така получената армировка. Обикновено са достатъчни 2 - 3 итерации за намиране на необходимата армировка. Ако получената армировка е по-голяма от максималната, това означава недостатъчност на бетонното сечение и в листинга се отпечатва знакът "###.###".

**По наклонени сечения.** Проверката по наклонени сечения се извършва за най-опасната пукнатина с проекция  $c_0$ . Ако е зададено  $c$  се взема зададената стойност.

Минималната напречна сила, която поема бетона без напречна армировка е

$$Q_{b,\min} = \varphi_{b3} \cdot \varphi_N \cdot R_{bt} \cdot A_{w0}.$$

Силата, която поема бетона е

$$Q_b = Q / 2 \geq Q_{b,\min}$$

Проекцията на опасната пукнатина е  $c_0 = \varphi_{b2} \cdot \varphi_N \cdot R_{bt} \cdot A_{w0} \cdot h_0 / Q_b \leq 2.25 \cdot h_0$

Усилието в напречната армировка (kN/m<sup>2</sup>) е  $q_{sw} = (Q - Q_b) / c_0 \geq Q_{b,\min} / (2 \cdot h_0)$

Площта на напречната армировка (cm<sup>2</sup>) е  $A_{sw} = q_{sw} \cdot 100 / (n_w \cdot 0.8 \cdot R_{sw})$

Максималната сила, която може да поеме сечението е

$$Q_{\max} = 0.3 \cdot \varphi_{b1} \cdot \varphi_w \cdot R_b \cdot A_{w0},$$

където  $\varphi_w = 1 + 5 \cdot E_{sw} / E_b \cdot n_w \cdot A_{sw} / (b \cdot 100) \leq 1.3$

Ако  $Q > Q_{\max}$ , следва, че бетонното сечение не е достатъчно да поеме напречната сила.

Означенията и стойностите на отделните коефициенти са приети съгласно нормите както следва:  $\varphi_{b1} = 1 - 0.01 \cdot R_b$ ;  $\varphi_{b2} = 2$ ;  $\varphi_{b3} = 0.6$ ;  $\varphi_{b4} = 1.5$

$$\varphi_N = \left\{ \begin{array}{l} 1 - 0.1 \cdot N / (R_{bt} \cdot A_{w0}) \leq 1.5 \text{ за } N \leq 0 \\ 1 - 0.2 \cdot N / (R_{bt} \cdot A_{w0}) \geq 0.2 \text{ за } N > 0 \end{array} \right\} \text{ - отчита нормалната сила}$$

**Усукване.** По отношение оразмеряването на усукване различаваме два типа елементи: свободно стоящи и част от плоча. В нормите за изчисляване на стоманобетонни конструкции са дадени насоки за оразмеряване на усукване. Приема се, че от усукващия момент  $T$  се появява равномерно разпределен товар  $p$  [kN/m] по периметъра на ефективното сечение, т.е.  $T = p \cdot b_{ef} \cdot h_{ef} + p \cdot h_{ef} \cdot b_{ef}$ , от където:  $p = T / 2 \cdot A_{ef}$  ( $A_{ef} = h_{ef} \cdot b_{ef}$ ).

Когато елементът е част от плоча, той е свързан със съседните си елементи и приемането, че товарът  $p$  е разпределен по целия периметър на сечението е невярно. Моментите  $M_{xy}$  пораждаят обратно-трапецовидна диаграма на тангенциалните напрежения, които след напукване на сечението се трансформират в два разпределени товара с интензивност  $p$  по горния и долния ръб на ефективното сечение. За усукващия момент се приема, че

$T = p \cdot b \cdot h_{ef}$ , или  $p = T / A_{ef}$ . Роля на пространствена ферма изпълняват надлъжната армировка на елемента, надлъжната армировка на пресичащите го елементи от скарата и натиснатите диагонали от бетона. Общата площ на допълнителното надлъжно армиране  $A_{s,tot}$  по принцип се определя по същия начин, както и при самостоятелно стоящи елементи -  $p \cdot u_{ef} = g_{st} \cdot R_s \cdot A_{s,tot}$

В случая обаче  $u_{ef} = 2 \cdot b_{ef}$ , защото не е необходимо да се слагат арматурни пръти по височината на сечението. Изчислената стойност на  $A_{s,tot}$  може да се раздели на  $2 \cdot b_{ef}$  за да се получи необходимата допълнителна надлъжна арматура на линеен метър, която да се добави към  $A_s$  и  $A_s'$ , получени при оразмеряването на огъване.

Когато сечението е плочогредово, най-често се препоръчва влиянието на фланшовете да се пренебрегне и да се приеме, че усукващият момент изцяло се поема от стеблото. Когато обаче фланшовете са със значителна дебелина - случай, често срещан в практиката, особено при решаване на фундаментни плочи или скари, по-голямата част от усукващия момент се поема от ефективното сечение на мощния фланш, а не от сравнително слабото стебло. При оразмеряването е прието усукващият момент да се поема от частта с най-голям инерционен момент на усукване.

### 2.11.3. Резултати

**Текстов файл.** Резултатите от оразмеряването за всички комбинации заедно с входните данни подробно се записват в файл **\*.a??**. Резултатите за отделните елементи се намират един под друг, като първо се записват въведените данни за елемента, а след това резултатите от оразмеряването за всяка комбинация за двата възела. Форматът на записа е следният:

#### За рамки:

ЕЛЕМЕНТ	1	БЕТОН	B15	b = 0.25; bf = 0.00; bf' = 0.00; a = 0.020; nw = 2											
		СТОМАНА	AIII, AI	h = 1.00; hf = 0.00; hf' = 0.00; a' = 0.020; c = 0.00											
ВЪЗЕЛ	КОМБ.	МЕТОД	M	N	x	sig <sup>s</sup> +	As <sup>+</sup>	mu <sup>+</sup>	sig <sup>s</sup> -	As <sup>-</sup>	mu <sup>-</sup>	Q	Q <sub>max</sub>	As <sub>w</sub>	mu <sub>w</sub>
					cm	MPa	cm <sup>2</sup>	%	MPa	cm <sup>2</sup>	%			cm <sup>2</sup> /m	%

Първото означение за стомана ( $A_{III}$ ) е за надлъжната, а второто ( $A_I$ ) - за напречната армировка. Всички данни, за които не са посочени мерни единици са в мерната система за задачата [kN, m, °C]. Знакът "+" се отнася за долни нишки, а знакът "-" за горни. "sig<sup>s</sup>" е изчисленото напрежение в армировката,

" $\mu$ " е процент на армиране. Ако процентът на армиране е по-голям от максималният или не е изпълнено условието за достатъчност на бетонното сечение за даден вид оразмеряване, съответната армировка се изписва с "###.###".

### За гредоскари:

ЕЛЕМЕНТ 1	БЕТОН	B15	b = 0.25; bf = 0.00; bf' = 0.60; a = 0.020; nw = 2; Усукване												
	СТОМАНА	AIII, AI	h = 1.00; hf = 0.00; hf' = 0.12; a' = 0.020; c = 0.00; Стебло												
ВЪЗЕЛ КОМБ.	M	x	sigs+	As+	mu+	sigs-	As-	mu-	Q	Qmax	Asw	muw	T	Asw	As,tot
		cm	MPa	cm <sup>2</sup>	%	MPa	cm <sup>2</sup>	%			cm <sup>2</sup> /m	%		cm <sup>2</sup> /m	cm <sup>2</sup>


Форматът е подобен на този за рамки, но има допълнителни особености. Надписът под "**Усукване**" дава информация, коя част от напречното сечение е поела усукващият момент. Възможните стойности са: "**Стебло**", "**Горен фланш**", "**Долен фланш**". Ако елементът е част от плоча армировките се дават в cm<sup>2</sup>/m.

**Компресиране.** Представлява извличане на максималната армировка за дадено сечение от изчислената за всички комбинации на натоварване. Компресирането се извършва по време на оразмеряването и резултатите се записват в файл \*.c??. При гредоскари за елементи, които са част от плоча, окончателните долна и горна армировки се получават като към тях се прибави по половината от армировката, получена за усукване. Максималните стойности се търсят от окончателните армировки. За елементите, които не са част от плоча армировката за усукване се дава отделно.

**Схеми на екрана.** Максималната необходима армировка може да се изчертае на екрана върху схемата на конструкцията. Надписването на армировката става успоредно на елемента, във всеки възел. Командите, които се подават за надписване на видовете армировки се избират от менюто "**Оразмеряване\Чертеж на армировка**" или от помощната лента с бутони и са следните:

Табл. 2.11-4

Команда	Не чертай	Долна	Горна	Напречна	Надлъжна за усукване	Напречна за усукване
Бутон	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Командата "**Само маркирани**" (бутон ) скрива немаркираните елементи. Може да се използва при застъпване на елементи или надписи.

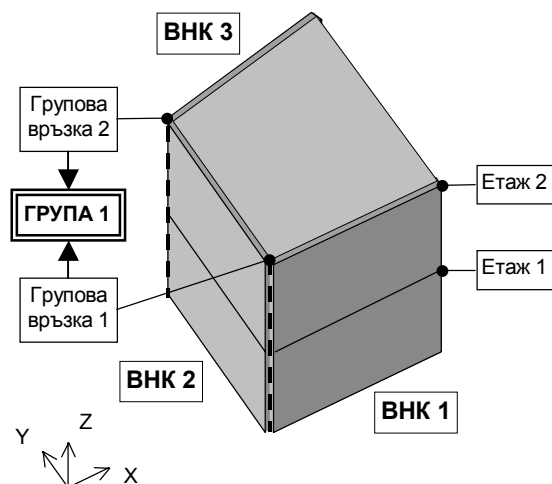
### 3. Проект

Проектът е комплексна задача, използваща множество файлове за изчисляване на сграда, състояща се от равнинни хоризонтални и вертикални, свързани помежду си конструкции. Изчисляването се извършва за четири (или повече) товарни състояния:

"**E**" - земетръс; "**W**" - вятър; "**T**" - температура; "**Вертикален товар**" и др.

### 3.1. Модел на сградата

В повечето случаи можем да използваме модел на сграда, при който подовите диафрагми са корави в равнината си и хоризонталните сили се поемат от **система Вертикални Носещи Конструкции (ВНК)** - рамки, ферми или шайби. Тези конструкции лежат във вертикални равнини, но техните елементи може да имат произволно направление в план. Пренебрегването на коравината на тези конструкции извън равнината им най-често е оправдано.



Фиг. 3.1-1

Ако една ВНК има значителна коравина

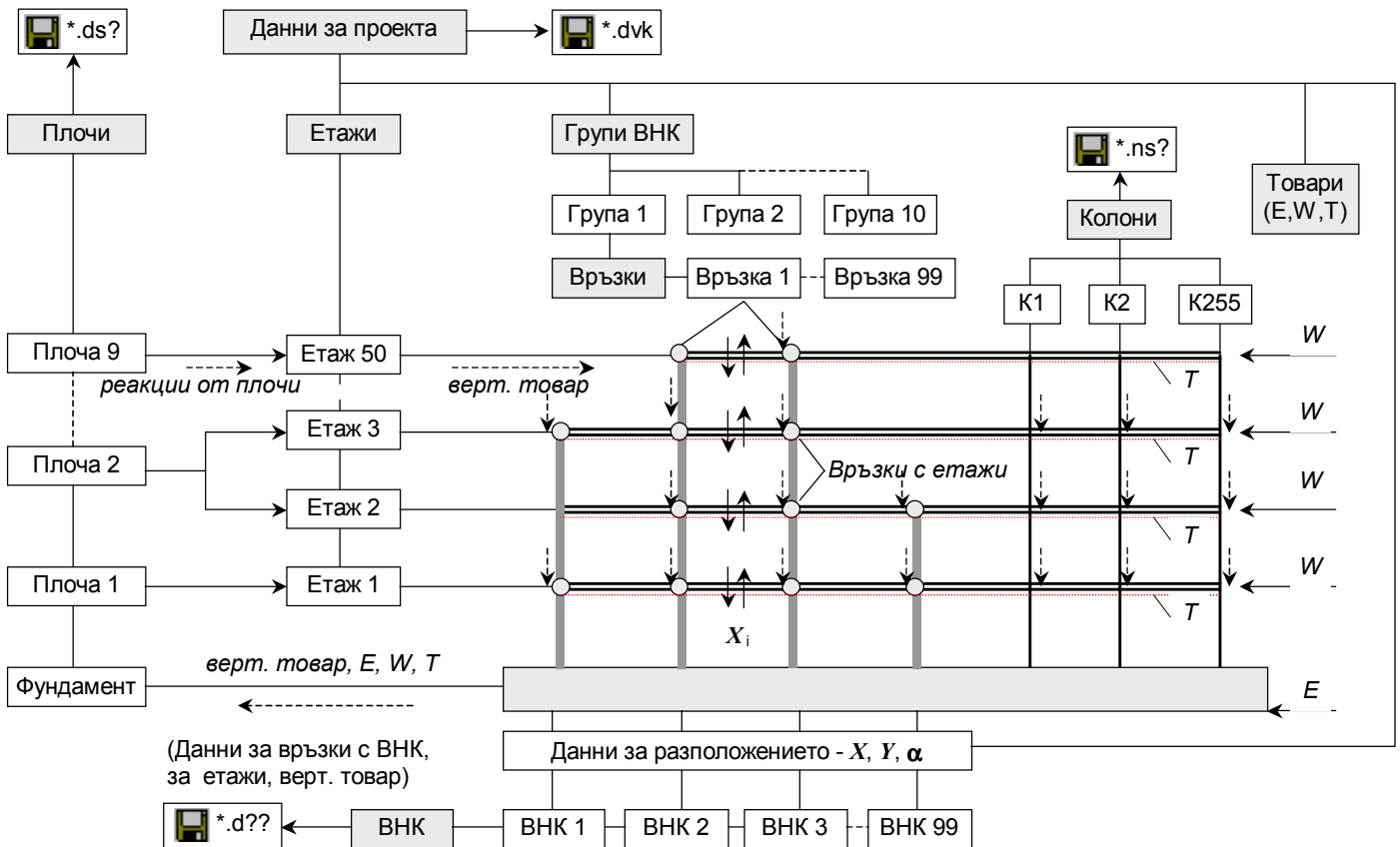
в две направления, използваме две равнинни конструкции по главните направления. ВНК може да бъдат отделени, но може да бъдат и свързани по вертикални линии (**групови връзки**) така, че вертикалните премествания в общите точки да бъдат еднакви. Система от ВНК, които са свързани по този начин наричаме "**Група ВНК**". Описвайки груповите връзки можем да моделираме сложни кутиеобразни конструкции с или без отвори в стените, пространствени рамки и т.н. ВНК може да бъдат свързани чрез подовете или помежду си на всяко ниво. Подовите дискове може и да не бъдат хоризонтални. Този модел не отчита усуквателната коравина на елементите, но в повечето случаи тя може да се пренебрегне. Срязващите сили  $X_i$  във връзките определяме по силовия метод, което позволява лесно да се отчетат както тяхното кораво съединяване така и еластични връзки между съседните ВНК. Това ни позволява да моделираме реалните свойства на връзките, ако конструкцията е изготвена от монтажни елементи, връзките между които не са абсолютно корави. Информацията, която получаваме за вертикалните срязващи сили е важна за измерването на връзките.

Всяка ВНК получава номер. Описва се независимо като рамка в нейната локална координатна система. Освен това се задава информация за положението на всяка ВНК в план, данни за етажите, за натоварването.

### 3.2. Структура на проекта и начин на работа

#### 3.2.1. Структура на данните

На фиг. 3.2-1 се виждат данните необходими за описание на модела и кои данни в кои файлове се съхраняват. Показани са максималните номера, които може да има даден елемент от списък (напр. 99 ВНК). Вижда се и пътят на вертикалните товари от плочите през ВНК и колоните до фундамента. Трябва да се обърне внимание, че за всяка ВНК трябва да има отделен файл дори и някои от тях да са еднакви, докато за етажните плочи това не е така. За всички еднакви (като геометрия, натоварване и подпиране) плочи се създава един файл **\*.dsn**, където **n** е номерът на типа плоча. Чрез посочване на съответствието "етаж – тип плоча" се указва на кои етажи е разположена плочата.



Фиг. 3.2-1

### 3.2.2. Организация на файловете

Една задача от тип “проект” използва множество файлове, с едно и също име и различни разширения, дадени в табл. 3.2-1, където \* - име на задачата.

Таблица. 3.2-1

Обект Файл с ...	Проект	Фундаментна конструкция		Етажни плочи $n = 1,2...9$	ВНК $nn = 01,02...99$	Колони
Данни	*.dvk (основен)	*.ds0		*.dsn	*.dnn	*.nsn (по плочи)
Резултати	*.pvk	*.es0 (земетръс) *.vs0 (верт. товар)	*.ps0 (комб.)	*.psn	*.pnn	*.k (N-усилия)
Данни за ообразяване	-	*.ms0		*.msn	*.mnn	-
Армировка	-	*.as0		*.asn	*.ann	-
Максимална армировка	-	*.cs0		*.csn	*.cnn	-

Всички файлове трябва да се намират в една и съща директория. Основен е файлът на проекта, в който се записват всички данни общи за сградата. С отварянето му започва работата по дадена задача, а със затварянето - приключва. Във файла с резултати на проекта се записват форми на трептене, етажните сили и премествания и пр.

### 3.2.3. Организация на интерфейса

Основните елементи на интерфейса на проект са:

#### Форма на проекта

Служи за въвеждане и контрол на данните за проекта, които се записват във файла \*.dvk. С нейното затваряне приключва работата по проекта и се



затварят всички останали форми. За удобство на работа информацията е групирана в следните страници:

- Обща информация		- Сеизмично натоварване	
- Етажи		- Товари от вятър	
- Вертикални носещи конструкции		- Температурни товари	
- Групи ВНК			

Преминаването между отделните страници става от менюто "**Страници**" или чрез показаните бутони. Информацията от дадена страница се записва при извикването на друга или при команда "**Файл\Запис**".

**Форми за ВНК и плочи.** Всяка ВНК или плоча се отваря в отделна форма, която чете и записва данни в съответния файл. Няколко форми може да бъдат **отворени** едновременно, като само една от тях е **активна** и реагира на действията на потребителя. Отварянето и активирането на формите става от списъка на файловете.

Табл. 3.2-2

### Списък на файловете.

Служи за бързо и лесно активиране на отделните файлове на проекта. Вместо имената им, в него са записани имената на съответните им обекти. Списъкът има вида от табл.3.2-2.

Надписът, съответен на активния файл е с по-тъмен фон. Като се кликне се активира съответната форма. Добавянето "Фундамент" към списъка става като се избере едноименния бутон в "Обща информация" на формата "Проект". Добавянето и изтриването на плочи и ВНК става като се попълни техния брой.

		Съответен файл
	<b>Проект</b>	*.dvk
	<b>Фундамент</b>	*.ds0
Плочи	<b>Плоча - 1</b>	*.ds1
	...	
	<b>Плоча - 9</b>	*.ds9
ВНК	<b>ВНК - 1</b>	*.d01
	...	
	<b>ВНК - 99</b>	*.d99

При промяна на броя ВНК или типовете плочи, съответните файлове не се създават или изтриват автоматично. Създаването на файл става при неговото отваряне. Изтриването на излишните файлове трябва да стане от операционната система. Изтриването на конструкция с междинен номер директно не е възможно, но може да стане на три стъпки.

Например, ако искаме да премахнем ВНК 6 от модел с девет броя ВНК:

1. Копираме файл **\*.d09** върху файл **\*.d06**;
2. Изтриваме файл **\*.d09**;
3. Променяме "Брой ВНК" от 9 на 8.

### 3.2.4. Отваряне на проект

За да започнете работа първо създайте подходящо място (директория) за файловете на проекта например **c:\std\test\**. Стартирайте **Stadyps.exe** и натиснете "**Нова задача - Проект**". Програмата отваря диалог за запис на файл. Отидете на избраната директория и напишете име на проекта, например **test.dvk** и натиснете "**OK**".

### 3.2.5. Начин на работа

Последователността на едно цялостно решение на сградата е следната:

1. Отваря се нов проект;
2. Попълват се общите за проекта данни;
3. Създават се файловете с данни за типовете етажни плочи. В тях се посочват и местата на колоните;
4. Извършва се статическо решение на плочите и се преглеждат резултатите;
5. Плочите се оразмеряват;
6. Създават се файловете с данни за ВНК;
7. Попълват се данните за етажите и груповите връзки. Това може да стане таблично, поотделно за всяка ВНК или автоматизирано;
8. Стартира се автоматизирано натоварване на ВНК с реакциите от плочите за състояние "Вертикален товар". Получават се и усилията в колоните, записани във файла \*.k;
9. Стартира се анализ на системата от ВНК;
10. Преглежда се файлът \*.pvk и се оценяват резултатите;
11. Стартира се решение на отделните ВНК - изчисляват се разрезните усилия и преместванията на възлите; формират се файлове с резултати;
12. Оразмеряват се отделните ВНК;
13. Стартира се сваляне на товарите от ВНК върху фундаментната конструкция за всички товарни състояния. Товарите от земерърс от всяка форма са отделни товарни състояния;
14. Извършва се статическо решение на фундаментната конструкция. Формират се два файла с резултати: \*.vs0 - за вертикален товар с дадената коравина на основата и \*.es0 - за земерърс, с повишена винклерова константа;
15. Извършва се комбиниране на усилията в фундаментната конструкция като усилията от отделните форми се комбинират по метода "корен квадратен от сумата на квадратите" и се събират с усилията от останалите товари. Получените резултати се записват в файла \*.ps0.
16. Извършва се оразмеряване на фундаментната конструкция.

### 3.3. Обща информация

Полетата "Възложител", "Обект", "Подобект", "Задача", "Съставил/дата" и "Проверил" съдържат текстова информация, която се записва в началото на листинга. Между отделните полета се преминава с клавиша "Tab".

"Товарни състояния" - избира се за кои товарни състояния ще се изчислява конструкцията. Възможните опции са разположени на бутони. Положение "долу" на бутона включва съответното товарно състояние. Няколко товарни състояния могат да бъдат включени едновременно. Означенията на бутоните са:

"E" - земерърс;                      "W" - вятър;                      "T" - температура.

"Мерни единици" - избира се една от възможните опции:

"kN, m, °C";                      "tf, m, °C";                      "kip, ft, °F".

Посочените мерни единици се отнасят за всички данни от \*.dvk файла, въведени чрез формата "Проект". Отделните ВНК и плочи могат да имат други мерни единици (не се препоръчва).

"Коефициент за корекция на усилията в периферните ВНК" - препоръчва се стойност 1.2, която намалява автоматично до 0 в центъра на тежестта на етажа. Отчита ротационната компонента на земното движение, променливата коравина на елементите на конструкцията по време на земетресение, възможното друго място на центъра на тежестта спрямо изчисленото.

"Фундамент" - включва/изключва фундаментна конструкция към проекта. При това в списъка на файловете се добавя или премахва елементът "Фундамент". Фундаментната конструкция може да бъде: плоча, гредоскара, единични фундаменти и комбинации от тях.

"Ниво" - въвежда се кота горен ръб на фундаментната плоча (скара). От нея чрез прибавяне на етажните височини се получават котите на етажите.

"Брой" - въвежда се броят на съответните обекти - "ВНК", "Плочи", "Колони". При това в списъка с файлове се появяват също толкова ВНК и плочи.

### 3.4. Етажи

Информацията за етажите се въвежда в таблица от вида:

Табл. 3.4-1

№	Височина	Тегло	Тегл. инерц. момент	XM	YM	Тип плоча
1	2.8	1010	20100	7.48	5.16	1
[бр. ет.]						

С таблицата се работи съгласно точка 1.4. Добавянето на редове става от менюто "Таблица\Нов ред" или  , изтриването - от "Таблица\Изтрий ред" или  . Броят на етажите може да бъде максимум 50.

Значението на отделните графи от таблицата е следното:

**Височина** - разликата между котите на текущия и предишния етаж. Може да бъде и нула или отрицателно число. Използва се при изчисляване на центъра на коравина и при определяне на връзките на ВНК с етажите.

**Тегло** - въвежда се в "kN", "tf" или "kip" в зависимост от избраната метрична система. Използва се при изчисляване на конструкцията за сеизмичен товар.

**Тегл. инерц. момент** - Полярен теглови инерционен момент  $I_{C0}$  за ротация на етажа спрямо центъра на тежестта. Въвежда се в  $[kN.m^4]$ ,  $[tf.m^4]$  или  $[kip.ft^4]$

**XM, YM** - Въвеждат се координатите на центъра на тежестта на етажа.

Определянето на тегловите характеристики на етажите може да стане автоматизирано. Във всяка плоча, създайте слоеве, в които да очертаете контурите на плочата, стените, колоните и да им зададете тегла. Определете инерционните характеристики (виж т.2.3.1). Те се записват във файл с разширение \*.isn, където *n* е номера на плочата. Отидете във формата на проекта и изберете меню "Старт\Инерционни характеристики". Необходимите

данни се попълват в таблицата. Предварително трябва да сте попълнили колонката за "тип плоча" на всеки от етажите.

**Тип плоча** - Въвежда се номерът на типа плоча, намираща се на етажа. Ако плочите на няколко етажа са еднакви като геометрия и натоварване за тях се създава един тип плоча с номер  $n$ . Тя се записва в файл  $*.dsn$ , изчислява се и се оразмерява. Посочването на съответствието "тип плоча - етажи" се използва при преноса на вертикалните товари от плочите върху възлите на ВНК за всеки етаж, както и върху колоните.

**Списък с възли** - Попълва се за всяка ВНК поотделно във файла с данни за ВНК. За целта отворете файла с данни, изберете меню "Връзки\Етажи". С командата "Добави" добавете по един ред за всеки етаж. На всеки ред попълнете номерата на възлите, намиращи се на етажа.

### 3.5. Вертикални носещи конструкции

Информацията за вертикалните носещи конструкции се въвежда в таблица от вида на табл. 3.5-1.

Табл. 3.5-1

№	X	Y	Ъгъл $\alpha$	№ посл. етаж
1...	2.40	12.05	90	4
[бр. ВНК]				

Координатите на възлите на ВНК  $i$  се описват в произволно избрана локална координатна система  $O_i x_i y_i$ . За да застане всяка ВНК на мястото си в глобалната координатна система на сградата  $O x y$  се посочва положението на т.  $O_i$  в  $O x y$ . Ориентацията на  $O_i x_i y_i$  се дава от ъгъла  $\alpha$  между оси  $x$  и  $x_i$ .

Значението на отделните графи на таблицата е следното:

**X, Y [m, ft]** - координатите на точка  $O_i$  в координатна система  $O x y$ ;

**Ъгъл  $\alpha$  [°]** - ъгълът който сключва ос  $x_i$  с ос  $x$ .

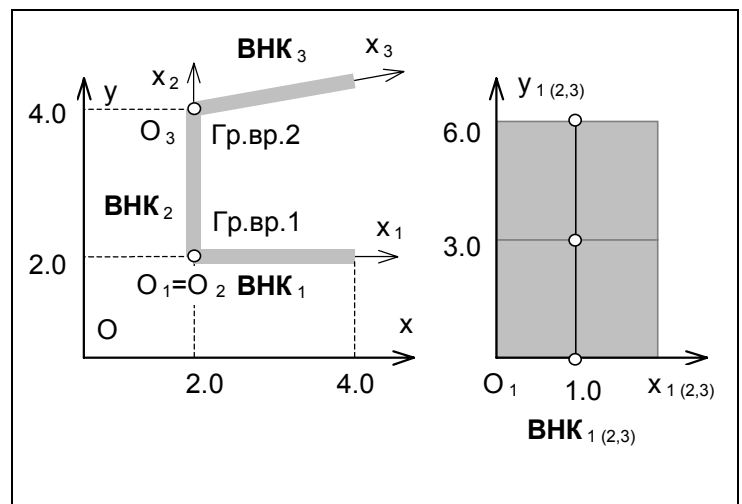
**№ посл. етаж** - трябва да съвпада с номера на последния етаж в информацията за етажи на всяка ВНК. Описание на разположението на ВНК е дадено в следния пример:

Таблица за разположението: Табл. 3.5-2

№	X	Y	Ъгъл	№ посл. етаж
1	2.0	2.0	0	2
2	2.0	2.0	90	2
3	2.0	4.0	12	2

*Началото на локалната координатна система за всяка ВНК се препоръчва да бъде в ръба на елемент, чиито координати в план следва да се впишат в таблицата.*

Схема: Фиг. 3.5-1



### 3.6. Групи и групови връзки

За да опишете връзките между ВНК попълнете таблиците за групи и връзки във “формата на проекта” и за всяка ВНК въведете данни за възлите, участващи в групова връзка.

#### 3.6.1. Данни за групи

**Група** наричаме няколко ВНК, свързани помежду си с групови връзки. **Групова връзка** наричаме вертикална връзка между две ВНК. Връзката се осъществява посредством вертикални сили  $X$ , които се определят по силовия метод. Групите имат номера от 1 до 10. Номерата на груповите връзки за всяка група започват от 1. Максималният брой групови връзки за цялата система е 99. Информацията за групи се въвежда в таблицата “Групи”.

Добавянето и изтриването на редове става от менюто “Таблица”. Вдясно от таблицата “Групи” се намира таблицата “Връзки в група ...”. В нея се попълва и преглежда информацията за връзките в избраната група.

В табл.3.6-1 е попълнена информацията за групата от фиг.3.5-1.

Табл. 3.6-1

Групи		Връзки в група № 1				
№ група	Брой ВНК	№ връзка	ВНК 1	ВНК 2	С	Брой X
1	2	1	1	2	-1	2
[бр. гр.]		2	2	3	-1	2

Група избирате като кликнете номера  $y$  в таблица “Групи”. Информацията за предишната група се записва, а тази за новата се показва в таблицата. Значението на отделните граfi в таблицата “Връзки в група №” е следното:

- “**ВНК 1**”, “**ВНК 2**” - номерата на ВНК, които свързва груповата връзка, от които едната се приема за първа (1), а другата за втора (2);
- “**С**” - коравина на връзката. Числото “-1” означава безкрайно корава връзка. Може да въведете и друго неотрицателно число;
- “**Брой X**” - брой неизвестни в груповата връзка.

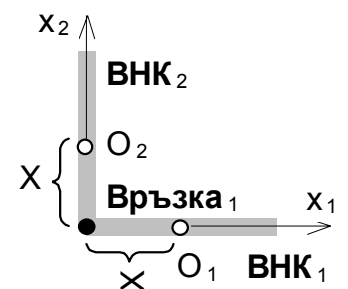
Една ВНК може да участва в няколко групови връзки едновременно.

#### 3.6.2. Данни за възли

Попълват се във файла с данни на всяка ВНК, участваща в групова връзка. Стартирайте файла на съответната ВНК. Изберете меню “Връзки/ВНК”. Попълнете таблицата. Значението на отделните граfi е следното:

- “**Връзка**” - номера на връзката, в която участва съответната ВНК;
- “**X**” - абсцисата определяща положението на груповата връзка в локалната координатна система на ВНК;

- “**Възли**” - Възлите участващи в груповата връзка (най-близкия възел на всеки от етажите от ВНК до груповата връзка). Трябва да са подредени по височина отдолу-нагоре. За всеки възел се формира по едно неизвестно  $X$ . Броят на възлите задължително трябва да е равен на “**Брой X**” от таблицата “Връзки”.



Фиг. 3.6-1

### 3.7. Автоматизирано формиране на данни за връзки

Попълването на информацията за етажите и груповите връзки за всяка ВНК поотделно е трудоемък процес. За целта е разработена процедура, която използвайки данните от проекта, автоматично я формира и вписва в файловете на ВНК. За да стартирате успешно процедурата трябва да направите следното:

- Попълнете прецизно полето “**Фундамент - ниво**” и височините на етажите в таблицата “**Етажи**”. Програмата изчислява котата на всеки етаж, тръгвайки от фундамента и събирайки нагоре височините на етажите;

- Въведете данните за груповите връзки и за разположението на отделните ВНК;

- Въведете възлите и елементите на всяка ВНК като ординатите на възлите трябва да са близки до котите на етажите;

- Стартирайте процедурата от менюто на проекта “**Старт\Връзки**”.

Процедурата работи по следния начин:

1. Затваря всички отворени файлове на ВНК и прави резервно копие на всяка с разширение **\*.bnn**.

2. Пита за допустимо разстояние  $\delta$  по вертикалата от възел до етаж. Допуска се възлите да не са точно на една и съща кота. Въведете такова число, че всички възли да попаднат на желаните етажи;

3. Изчислява котите на етажите;

4. За всяка ВНК отваря файла с данни, прочита данните за координатите на възлите и за всеки етаж намира възлите, за които  $K_{\text{ет.}} - \delta < y < K_{\text{ет.}} + \delta$  ( $K_{\text{ет.}}$  - кота на етажа). Записва данните за етажи - “**Етаж № - {списък възли}**”;

5. Изчислява пресечната точка на равнините на **ВНК 1** и **ВНК 2** за всяка групова връзка и определя разстоянията  $X$  за двете ВНК. Ако те са успоредни съобщава, че не може да изчисли съответното разстояние и трябва да го попълните ръчно;

6. Попълва данните за връзки от вида “**Връзка № - X - {списък възли}**” като за всеки етаж взема най-близкия възел до връзката;

Всички стари данни за връзки с етажите и групови връзки се заменят с новите.

След приключване на процедурата прегледайте внимателно резултатите и нанесете корекции в таблиците, ако е необходимо. При спиране на процедурата или възникване на грешка при отваряне на файл с ВНК може да го възстановите като копирате върху него резервния файл **\*.bnn**. Може да използвате командата от менюто “**Старт\Възстанови ВНК**” за да копирате всички **\*.b??** файлове в **\*.d??**.

### 3.8. Товарни състояния

#### 3.8.1. Земеръс

Извършва се спектрален анализ по Българските норми от 1987 г. или по Калифорнийските норми "Appendix 1F - Dynamic Analysis" и глава 1 от "Recommended Lateral Force Requirements and Commentary", SEAC, 1990 [1]. Приложими са и нормите на други страни. Сеизмичните сили, които са приложени в центъра на тежестта на етажа, се определят от:



$$\left. \begin{aligned} F_{xij} &= CRK_c \beta_j \eta_{xij} Q_i \\ F_{yij} &= CRK_c \beta_j \eta_{yij} Q_i \\ M_{zij} &= CRK_c \beta_j \eta_{\phi ij} I_{Qi} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &i - \text{етаж, } j - \text{форма.} \\ &C - \text{Коефициент за значимост (Табл. 1-D, стр. 31 от [1])} \\ &K_c - \text{Сеизмичен коефициент (Табл. 1-A, стр. 30 от [1])} \end{aligned} \quad (1)$$

$R$  - Коефициент на реагиране (Табл.1-G, стр. 34, табл.1-I, стр. 36 от [1])

$Q_i$  -Тегло на етаж  $i$ ;

$I_{Qi}$  - Тегловен инерционен момент по ос  $z$ .

$\beta_j$  - Динамичен коефициент, съответстващ на периода  $T_j$  на форма  $j$  (фиг.1б, стр.29 от [1]). Кривата част от  $\beta$  в нормите [1] или съгласно нормите на други страни може да бъде изразена достатъчно точно с:

$$\beta = \frac{A}{T^n + c} \quad (3) \quad \left\{ \begin{aligned} &\text{за почва тип 1: } A = 1.16, \quad n = 1.12, \quad c = 0.10 ; \\ &\text{за почва тип 2: } A = 1.70, \quad n = 1.12, \quad c = 0.14; \\ &\text{за почва тип 3: } A = 2.96, \quad n = 1.19, \quad c = 0.30 ; \end{aligned} \right.$$

При българските норми:  $n = 1$ ,  $c = 0$ ,  $A = 0.9, 1.2, 1.6$  съответно за почва I, II, III група.

$$\{\eta_{ij}\} = P_j \cdot \{\Phi_{ij}\}; \quad \{\eta_{ij}\} = \{\eta_{u_{ij}}, \eta_{v_{ij}}, \eta_{\phi_{ij}}\}; \quad \{\Phi_{ij}\} = \{u_{ij}, v_{ij}, \phi_{ij}\} \quad (4)$$

$P_j$  - коефициент на участие;

$\eta_{ij}$  - коефициент на формата (на разпределение);

$\{\Phi_{ij}\}$  - собствен вектор;

$u_{ij}, v_{ij}, \phi_{ij}$  - премествания на центровете на тежестта.

Ако земното ускорение е приложено под ъгъл  $\theta$  спрямо ос  $x$ , тогава за  $P_j$  получаваме (5). Изразите (4) и (5) прилагаме, когато числителят на (5) е максимум, което се реализира при ъгъл  $\theta_j$  съгласно (6), където:

$n$  - брой етажи;  $\theta_j$  - ъгъл (направление на форма  $j$ ). Решавайки конструкцията при натоварването (1) получаваме усилията и напреженията, съответстващи на форма  $j$ .

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^n (u_{ij} \cos \theta_j + v_{ij} \sin \theta_j) Q_i}{\sum_{i=1}^n ((u_{ij}^2 + v_{ij}^2) Q_i + \phi_{ij}^2 I_{Qi})} \quad (5)$$

$$\theta_j = \arctg \frac{\sum_{i=1}^n v_{ij} Q_i}{\sum_{i=1}^n u_{ij} Q_i} \quad (6)$$

За да въведете данните първо изберете бутона “Е” за “Товарни състояния” от страницата “Обща информация” за да се включи опцията за изчисляване на земетръс. След това от меню “Страници\Земетръс” отидете на страницата за въвеждане на сеизмичното натоварване. За брой собствени форми може да въведете 3, 6 или 9. При натискане на бутон за група почви се попълват данните за съответната група съгласно нормите. Във всяка клетка тези данни може да бъдат сменени.

### 3.8.2. Вятър

В центъра на тежестта на всеки етаж прилагаме съответните сили от вятър:  $F_{xi}$ ,  $F_{yi}$ ,  $M_{zi}$ . Разбира се, това може да бъдат силите от кое да е друго подобно натоварване. За да въведете данните изберете бутона “W” от страницата “Обща информация” за да се включи опцията за изчисляване на вятър. Отидете на страницата за ветрово натоварване от меню “Страници\Вятър” и попълнете таблицата.




### 3.8.3. Температура

Предполагаме равномерно нагряване на подовите дискове, което може да бъде различно за различните етажи. Изберете бутона “Т” от страницата “Обща информация” за да включите опцията за изчисляване на температура. Отидете на страницата за температурно натоварване от меню “Страници/Температура” и попълнете таблицата.

### 3.8.4. Вертикален товар

Освен споменатите “Е”, “W” и “Т” в отделните ВНК по подразбиране има още едно товарно състояние наречено “Вертикален товар”. В състояние “вертикален товар” отива натоварването от плочите при стартиране на автоматизирано натоварване на ВНК. Освен него може да има още 19 състояния. Всички ВНК трябва да имат еднакъв брой товарни състояния.

## 3.9. Визуализация


Формира се триизмерен образ на целия модел с всички ВНК. Отделните елементи са изобразени като призми с избраното напречно сечение. На екрана се изобразяват още координатната система, маси на етажите (в масовите центрове), надписи на номерата на ВНК и групови връзки. ВНК се означават с буквата “V”, груповите връзки с вертикална черта и “L”, а масите с точка и “M”. Визуализацията се извиква от меню “Страници\3D”, . Първоначално се стартира диалога “3D опции”, който предлага да настроите някои параметри, които помагат за ефективността на процедурата.

- “Hmin”, “Hmax” - ограничителни коти по височина. Може да изобразите само един или няколко етажа от целия модел.


- “Прибиране на краищата на елементите” - измерва се в проценти от дължината на елемента.


След натискане на бутона “Старт” програмата изчита всички файлове с ВНК и формира изображението. Разглеждането му става в прозореца “3D”. Вляво се намира **меню за управление**. То съдържа следните компоненти:


- “Екран” - може да управлявате мащаба и отместването на изображението чрез бутоните:

 - увеличава с една стъпка;

 - намалява с една стъпка;

 - увеличаване в правоъгълник. След натискане на бутона посочете първа и втора точка;

 - показва целия модел;

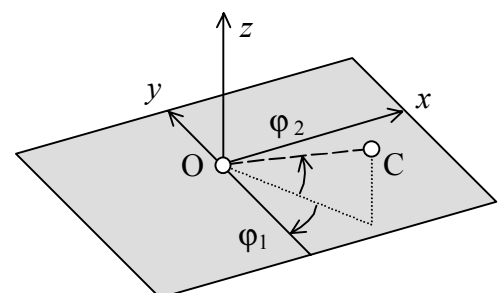
 - режим на отместване. Натиснете левия бутон на мишката, влачете изображението до желаната позиция и пуснете.

- “Зрителен ъгъл” - за да погледнете обекта от всички страни е достатъчно да въведете ъглите:

$\varphi_1$  - от ос  $x$  (ротация около ос  $z$ );

$\varphi_2$  - от равнина  $xu$ .

Когато двата ъгъла са нула, равнината  $XZ$  е успоредна на екрана, наблюдателят е върху ос  $-y$  и гледа към обекта в точка  $O$  в посока  $+y$ .



Фиг. 3.9-1

При положителен ъгъл  $\varphi_1$  и запазване на положението на наблюдателя обектът се завърта около ос  $z$  с вектор  $+\varphi_1$  или все едно наблюдателят се отмества наляво по ос  $-x$ . При положителен ъгъл  $\varphi_2$  мястото на наблюдателя се издига от равнината  $xy$  по посока на  $+z$ . При  $\varphi_2 = 90^\circ$  обектът се вижда в план. При схемата от фиг.3.9-1 наблюдателят се намира в точка С и гледа към обекта в точка О, като са зададени  $\varphi_1 = -25^\circ$  и  $\varphi_2 = +30^\circ$ .

- “**Граници**” - може да покажете на екрана само обектите, ограничени в призма със страни успоредни на координатните оси. Трябва да въведете максималните и минимални координати по трите оси и да натиснете бутона “**Смени**”. За да покажете целия модел натиснете “**Всичко**”.

- “**Чертай**” - избирате кои чертожни обекти да се изобразяват на екрана.

### 3.10. Автоматизирано натоварване

#### 3.10.1. Натоварване върху ВНК и колони

Натоварването на ВНК и колоните става автоматизирано като реакциите от плочите се редуцират към възлите на ВНК. Натоварването се записва във състоянието “Вертикален товар” на всяка ВНК. За да изпълните успешно прехвърлянето на товарите трябва да са налице следните предпоставки:

- **координатната система на плочите** трябва да съвпада с глобалната координатна система;

- отделните ВНК, както и мрежата на плочите да са **разположени точно на местата си**. Допускат се отклонения, но те не трябва да са големи, защото се увеличава и грешката при изчисляване на товарите;

- да са въведени **номерата на типовете плочи** в данните за етажи. Плоча от даден тип може да бъде спомената на няколко етажа;

- да има **номера на възли на всеки етаж** във файловете на ВНК;

- да е извършено **статическо решение** на плочите;

- да са въведени **коэффициенти за корекция на товарите**. Това става от менюто “**Старт**” на проекта. За всяка плоча се записва отделно число. При комбиниране на вертикален товар със заетръс изчислителните товари от плочата се превеждат към нормативни чрез споменатия коефициент. За жилищни сгради стойността му е  $\approx 0.8$ .

- да са посочени **местата на колоните**. Това се прави във файловете с плочите. Кликнете във възела при колона К1. Изберете меню “**ПлочаДобави колона**” или натиснете “**Ctrl+K**”. Програмата пита за номер на колона. Въведете 1 и натиснете “**Enter**”. Продължете с колони К2, К3 и т.н. Във файла с данни за проекта трябва да въведете “**Брой колони**” в страницата “**Обща информация**”. Той трябва да е не по-малък от най-големия номер колона и не по-голям от 255. В така въведените колони се получава само нормална сила. Ако искате да въведете нецентрично натисната колона, трябва да я въведете като ВНК.

Извикването на процедурата става от менюто “**Старт**”. Програмата иска да въведете максимално допустимо разстояние  $\delta$  от възел на плоча до равнина на ВНК. Реакциите от всички подпрени възли на плочата, които са на разстояние по-малко от  $\delta$  ще бъдат взети при натоварване на ВНК. На всички файлове на ВНК се прави резервно копие с разширение **\*.bnn**. Изчитат се

опорните реакции от файловете с резултати на плочите, след което се отварят последователно файловете данни за ВНК и се вписват изчислените товари.

Определянето на натоварването става по следния начин: За етаж №  $i$  се вземат реакциите от посочената плоча в таблицата за етажите. От всички възли на плочата се намират тези, които лежат или са близо до равнината на ВНК. От възлите на ВНК се отделят тези, които лежат на съответния етаж. Реакцията от възел на плочата се редуцира към възел на ВНК ако лежи в контура на напречното сечение на вертикален елемент (под или над етажа). Ако това не е изпълнено, се счита, че попада върху ригел и се разпределя между съседните възли от етажа като сила върху проста греда. Цикълът се повтаря за всички етажи и всички ВНК. Реакциите от възлите при колони се събират по височина и получените нормални сили се записват в файл \*.k. За колони натискщата сила се приема за положителна. Например прехвърлянето на опорните реакции от възлите 1-7 на плочата (фиг.3.10-1) във възли 3 и 4 на ВНК ще стане по следната схема:

Възли от плоча	Метод	Възли от ВНК
1	Редукция	3
2,3	Проста греда	3,4
4,5,6,7	Редукция	4

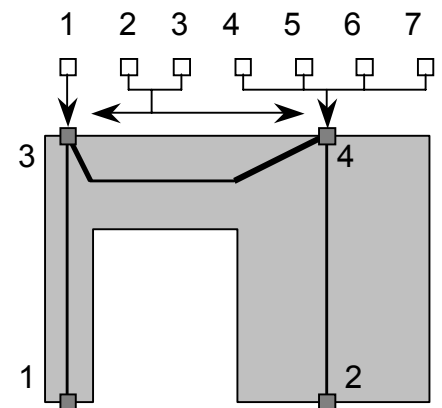
В резултат на редукцията във възлите на ВНК се получават вертикална сила и момент. При спиране на процедурата или повреждане на файл с ВНК може да го възстановите като копирате върху него резервния файл. Може да използвате командата от

менюто “[Старт\Възстанови ВНК](#)” за да копирате всички \*.b?? файлове в \*.d??.

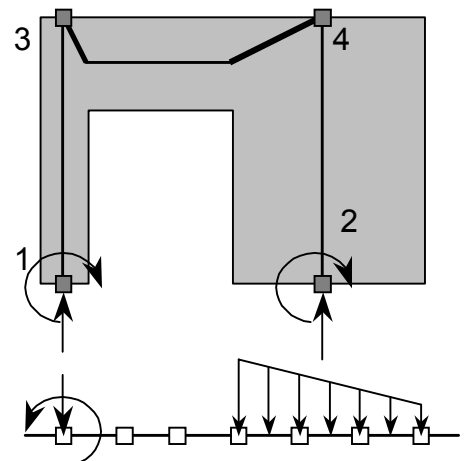
### 3.10.2. Натоварване върху фундаментна конструкция

Реакциите в опорите на ВНК от отделните форми на заетръс се прехвърлят върху фундаментната конструкция като товари в отделни товарни състояния. Прехвърлят се реакциите и от останалите състояния. За да стартирате успешно процедурата трябва всички ВНК да са решени по маршрут “2”. ВНК и фундаментната конструкция трябва да са описани в една и съща координатна система. Процедурата се извиква от менюто “[Старт](#)”. Изчитат се

реакциите от файловете с резултати на ВНК. Файлът \*.ds0 се копира като \*.bs0 и в случай на неуспешна процедура може да се възстанови. В файла \*.ds0 се записват изчислените товари. Натоварването отива върху онези възли и елементи, които се намират в равнината на ВНК в рамките на посоченото отклонение. Товарите могат да бъдат възлови или разпределени. Ако в границите на напречното сечение на колоната от ВНК попадат изцяло един или няколко елемента, се получава линейно разпределен товар (фиг.3.10-2). Ако попада само в един възел - възлови товари.



Фиг. 3.10-2



Фиг. 3.10-3

### 3.11. Анализ на ВНК

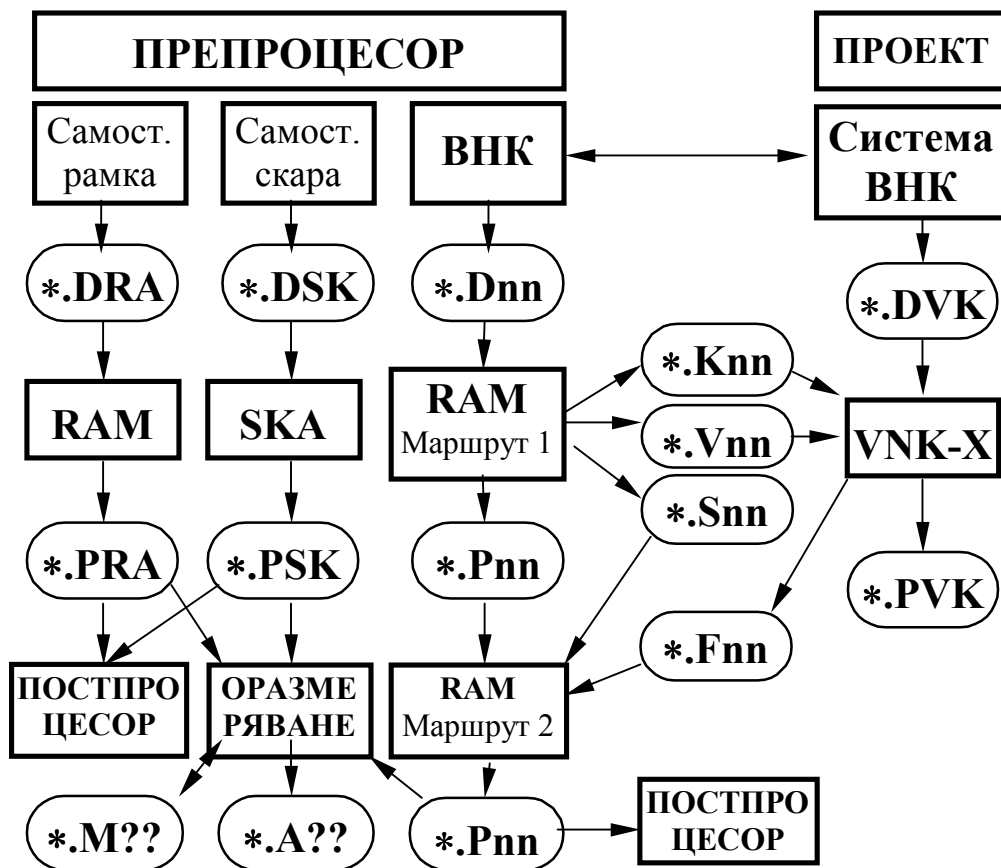
ВНК се решават съвместно като се отчитат връзките с етажите и помежду им. Решението протича в следната последователност:

1. С програма RAM се стартират всички ВНК (\*.dnn) по маршрут 1 и се определят матриците на коравина \*.knn и податливост \*.vnn.

2. С програма VNK-X се стартира проектния файл \*.dvk, четат се файловете с матриците на коравина и податливост. Определят се собствени форми на трептене, етажни сили \*.Fnn, премествания и усилия - за всички товарни състояния. Резултатите се записват във файл \*.pvk.

3. С програма RAM се стартират всички ВНК (\*.dnn) по маршрут 2, натоварват се със съответните хоризонтални етажните сили и се определят разрезни усилия, премествания, опорни реакции. Резултатите се записват в файлове \*.pnn и могат да се разглеждат в постпроцесора. След задаване на допълнителни данни може да се пристъпи към оразмеряване.

Пътят на решение е представен схематично на фиг.3.11-1.



Фиг. 3.11-1

Решението може да се извърши чрез стартирането на модулите **RAM** и **VNK-X**. Може да се използват и командите от менюто “Старт”, които автоматизират процеса с помощта на \*.bat-файл. Командата “Анализ на системата” изпълнява стъпки 1 и 2 от решението. С командата “Чети файл с резултати(\*.pvk)” може да прегледате динамичните характеристики на конструкцията и преместванията на етажите и да прецените качествата на модела. Командата “Анализ на отделните ВНК” извършва стъпка 3 за всички ВНК. Преглеждането на резултатите и оразмеряването трябва да извършите като отворите всяка ВНК поотделно.

### 3.12. Анализ на фундаментна конструкция

Решението на фундаментната конструкция, натоварена само с постоянни и временни товари протича както на всяка друга гредоскара или плоча. При наличие на сеизмично натоварване конструкцията се натоварва с реакциите от ВНК за всяка собствена форма поотделно. Решението се стартира от менюто “Старт\Анализ фундамент”. Програмата иска да въведете “Коефициент за увеличаване на винклеровата константа при земетръс”. Препоръчителната му стойност е 3.00. След това трябва да въведете “Коефициент за корекция на коравината на усукване” на плочата, който се приема  $\approx 0.3-0.4$ . Програмата решава конструкцията с повишената винклерова константа и записва резултатите в файл \*.dse. Решението за вертикален товар с нормална винклерова константа се записва в файл \*.dsv.

След успешното приключване на решението трябва да продължите с менюто “Старт\Комбинация на усилията в фундамента” за да намерите окончателните усилия и премествания. Резултатите за земетръс  $S_j$  се вземат от файла \*.dse , от които се намира корен квадратен от сумата  $E = \sqrt{\sum_i S_i^2}$  на квадратите от отделните форми:

Резултатите за останалите товарни състояния се взимат от файла \*.dsv. Правят се следните комбинации:

- $V$  - всички вертикални (постоянни и временни) товари;
- $V + E$  - вертикален товар + земетръс;
- $V - E$  - вертикален товар - земетръс;
- $V + W$  - вертикален товар + вятър;
- $V - W$  - вертикален товар - вятър;
- $V + T$  - вертикален товар + температура.

Окончателните усилия се записват в файл \*.ps0 и могат да бъдат разглеждани в файла или постпроцесора. След задаване на необходимите данни може да се пристъпи към оразмеряване.