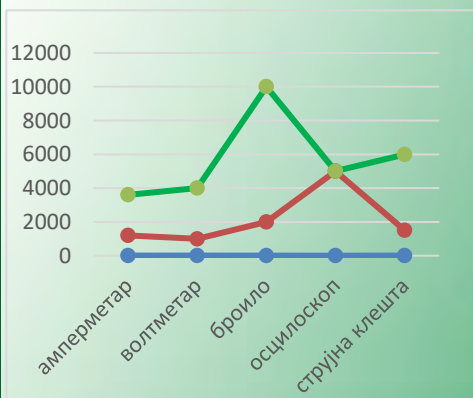


	A	B	C	D
1				
2		Наташа Божиновска		
3				
4		Поликсена Митева		
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11		ИНФОРМАТИЧКИ		
12		ТЕХНОЛОГИИ ВО		
13		ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА		
14				
15				
16		III година		
17				
18				
19				
20				
21				



**ИНФОРМАТИЧКИ
ТЕХНОЛОГИИ ВО
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА
(изборен)**

за III (трета) година

образовен профил/квалификација
Електротехничар енергетичар

**Електротехничка струка/
сектор Електротехника**

2025

ИНФОРМАТИЧКИ ТЕХНОЛОГИИ ВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА (изборен) за

III (трета) година

образовен профил/квалификација Електротехничар енергетичар
Електротехничка струка/ сектор Електротехника

Автори:

Наташа Божиновска
Поликсена Митева

Рецензенти:

Антон Чаушевски
Софија Темкова
Жанета Сервини

Лектура:

Ивана Коцевска

Стручна редакција:

Риза Етеми

Уредници:

Наташа Божиновска
Поликсена Митева

Издавач: Министерство за образование и наука на Република Северна Македонија,
ул. „Св. Кирил и Методиј“ бр. 54, 1000 Скопје

Дизајн на корица: Наташа Божиновска, Поликсена Митева

Графичко и техничко уредување: Ели Василевска Илиевска – APC СТУДИО

Место и година на издавање: Скопје, 2025 година

Со Одлука за одобрување на учебник по предметот Информатички технологии во електроенергетика (изборен) за трета година, Електротехничка струка/сектор Електротехника, образовен профил/квалификација Електротехничар енергетичар, бр. 26-196/1 од 24.02.2025 година донесена од Националната комисија за учебници.

CIP -

ПРЕДГОВОР

Учебникот **ИНФОРМАТИЧКИ ТЕХНОЛОГИИ ВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА - избран** за III (трета) година, од Електротехничка струка/сектор Електротехника, за образовен профил/квалификација **Електротехничар енергетичар**, од 2019 година, е резултат на промените во наставните програми во рамките на проектот за модернизација на техничкото образование. Содржината на учебникот е усогласена со наставната програма за предметот **ИНФОРМАТИЧКИ ТЕХНОЛОГИИ ВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА - избран** за III (трета) година со почеток на имплементација во учебна 2021/2022 година. При изработката на учебникот е користен прирачникот - **„Концепција за изработка на учебник“**, издаден од Бирото за развој на образованието и **„Концепцијата за учење преку работа“**, издаден од Центарот за стручно образование и обука кој им нуди на учениците стекнување работно искуство во реални услови со практична обука на работно место во компанија и други објекти.

За успешно совладување на наставните содржини од овој учебник, е потребно претходно знаење од предметите информатика, математика, електротехника, електрични мерења и електрични инсталации и електрично осветление.

Содржински, во согласност со наставната програма, учебникот е конципиран во **3 модуларни единици**.

1. **Microsoft Excel**. Опишани се изгледот и деловите на програмскиот прозорец Excel. Дефинирани се постапките за менување на основните поставки на програмата Excel. Изработка на нов, отворање постоечки и зачувување документ се дел од содржините на овој модул. Демонстрирани се постапките за пишување формула и функција преку практична работа во програмата Excel.

2. **Работа со документи во Microsoft Excel**. Преку креирање документ во Microsoft Excel дефинирани се видовите податоци,

нивното внесување и копирање. Постапките за обликување и форматирање на табели, колони и редици се демонстрирани преку практични вежби за креирање документи во Excel. Дел од содржините на овој модул се постапки за сортирање и автоматско филтрирање на податоци. За визуелна прегледност презентирани се различни форми на графикони, нивно креирање и реализација на практични вежби. Како краен чекор при изработка на документот е презентирање редослед на чекори неопходни за печатење документи.

3. **Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel.**

Грешки кај мерните инструменти, постапка за проверка на точност на мерен инструмент, пресметување грешки кај мерните инструменти се дел од содржините на овој модул. Акцент е ставен на креирање софтверски алатки за исцртување крива на грешки кај мерните инструменти, за пресметување пресек на проводник во електрични инсталации и за пресметка на отпор на заземјувач на заземјувач.

Резултатите од учење се постигнуваат со разработка на соодветните содржини кои се приспособени на возраста на учениците и нивните психофизички способности. Во секој модул има резимеа „**Запомни!**“ кои ги истакнуваат најважните моменти од претходно изложената материја а на крајот се дадени прашања за тематско утврдување на модулот „**Провери го своето знаење!**“.

Во изнесувањето на содржините се користени голем број слики и графички претставувања, кои треба да овозможат полесно совладување на градивото. Водена е сметка за постепено воведување нови дефиниции, прашања за проверка на знаењето и вежби, со што се задоволуваат потребните дидактички насоки.

Се надеваме дека учебникот ќе одговори на потребите на наставниците по предметната настава, како и на потребата на учениците за усвојување и за утврдување на материјалот.

Благодарни сме на претседателот и на членовите на рецезентската комисија кои со своите добронамерни забелешки и сугестии допринесоа за подобрување на квалитетот на учебникот.

Од авторите

КРАТОК ВОДИЧ НИЗ УЧЕБНИКОТ

Секој модул започнува со клучните поими и резултатите од учење, со изучување на содржините од модуларна ...

Истакнати важни поими и информации од изучените наслови

ЗАПОМНИ!

На крајот од секој модул дадени се прашања за утврдување на знаењата

X

Информатички технологии во електроенергетика III го

Со изучување на содржините од оваа модуларна единица ученикот ќе стекне знаења, вештини и компетенции за:



1. Како се задава опсегот на ќелии во аргументите на функцијата?
2. Како ќе изгледа функцијата која третира собира вредностите од ќелиите E4, B5

За самоевалуација даден е тест „Провери го своето знаење!“

Провери го своето знаење!

I Прашања со заокружување
(Заокружи ги точните одговори)

1. Во работен лист на Excel со B5 се означува:
A) ред
B) ќелија
B) колона

Вежбите овозможуваат испитување и практична примена на содржините од модуларните единици

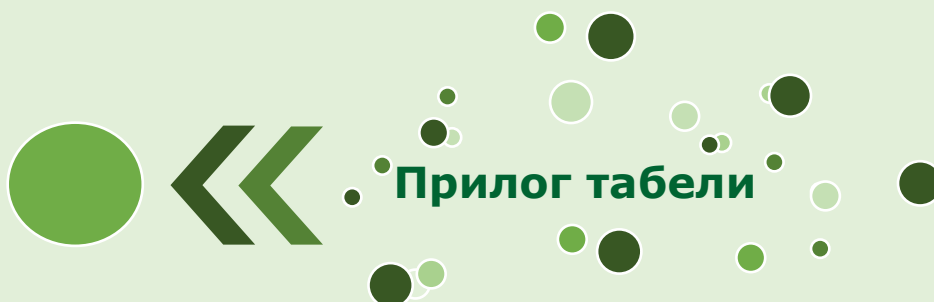


Вежби:

1. Да се пресмета средниот успех на ученици со одличен успех во внесување бројот на ученици со одличен успех и број на ученици со добар успех и број на ученици со среден успех



Клучни зборови: **Workbook, Sheet, Toolbar, ќелија**



Clipboard Font Alignment Number Conditional Formatting Format as Table Cell Styles Cells Edit

Styles

A1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									

1. MICROSOFT EXCEL

Со изучување на содржините од оваа модуларна единица ученикот ќе стекне знаења, вештини и компетенции за:

- **обликување податоци во табела во Microsoft Excel;**
- **дефинирање постапки за менување на основните поставки на програмата Microsoft Excel;**
- **подредување податоци во табела во Microsoft Excel;**
- **внесување формули и функции во Microsoft Excel;**
- **применување основни функции во Microsoft Excel.**

1. Microsoft Excel

Microsoft Excel е компјутерска апликациска програма дизајнирана од **Microsoft**. Таа главно се состои од табулатори (tabs), групи на команди и работни листови. Ги чува податоците во табеларна форма и овозможува управување и манипулирање со податоци, создавање графикони и многу повеќе. Доаѓа со **Office Suite** – канцеларискиот пакет со неколку други апликации на **Microsoft**, како што се: **Word**, **PowerPoint**, **Access**, **Outlook** и **OneNote** итн. Поддржан е и во **Microsoft Windows**, како и во оперативниот систем **Mac OS**.

Microsoft Excel претставува електронска табела која овозможува пресметки според определени функции и креирани формули, како и графички приказ на податоците. Во понатамошниот текст ќе биде анализирана верзијата **Microsoft Excel 16**.

Карактеристики на Microsoft Excel



Сл. 1.1

Автоматски збир: Функцијата „AutoSum“ автоматски го пресметува збирот на редици или колони со вметнување формула за собирање на податоци од опсег на ќелии.

Автоматско пополнување листа (List AutoFill): Автоматски развива форматирање на ќелиите кога се додава нова компонента на крајот од списокот.

Автоматско пополнување (AutoFill): Оваа функција овозможува брзо пополнување на ќелиите со повторувачки или последователен запис, како што се хронолошки датуми или бројки и повторени документи. Автоматско пополнување може да се користи и за копирање функции. Со оваа функција може да се менува и текст и броеви.

Автоматски облици: Лентата со алатки „**AutoShapes**“ овозможува цртање на одредени геометриски форми, стрелки, ѕвезди и многу повеќе. Со овие форми може да се нацртаат и графикони.

Волшебник: „**Wizard**“ нè води како да работиме ефективно со прикажување неколку корисни совети и техники. Со функцијата „**Drag and Drop**“ се репозиционира записот и текстот со едноставно влечење на податоците со помош на глумчето.

Графикони (Charts): Со оваа функција податоците можат да се прикажат во графичка форма со користење пита, лента, линиски графикони и друго.

Пивот табела (PivotTable): Моќна алатка за пресметување, сумирање и анализа на податоци и генерирање документи, како што се: периодични финансиски извештаи, статистички документи итн. Овозможува и графичка анализа на податоци.

Мени за кратенки (ShortcutMenus): Менито за кратенки на тастатурата се применува за поефикасно работење и побрз пристап до сите менија.

Microsoft Office Excel 2016

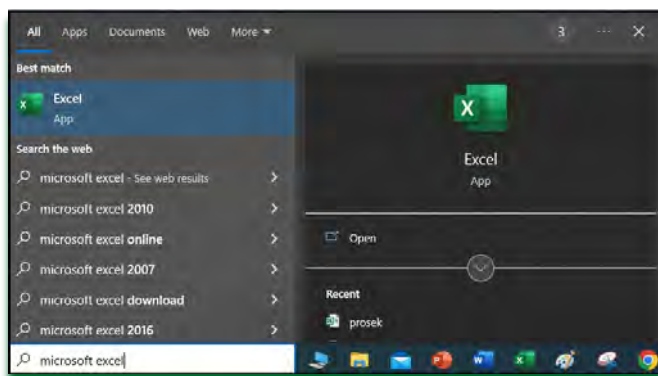


Клучни зборови: **Microsoft Office Excel, графикони, пивот табела**

1. Microsoft Excel

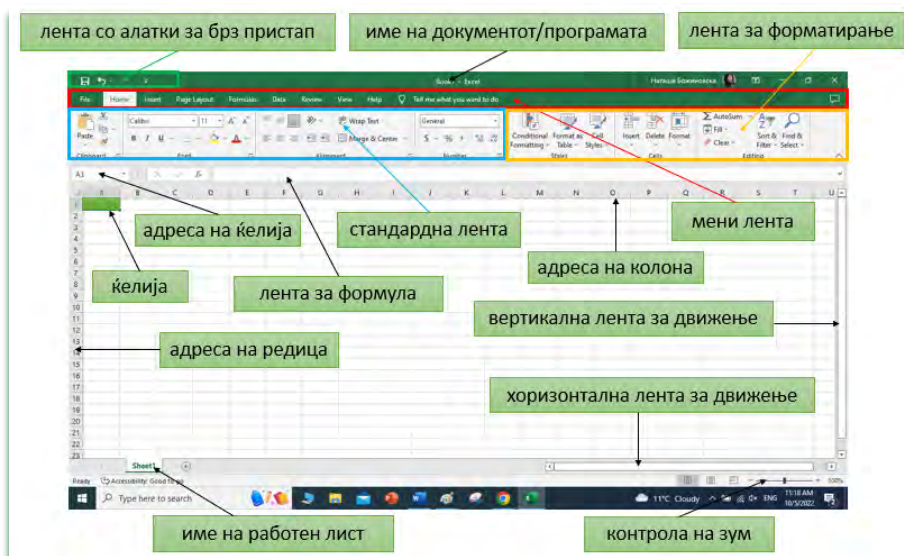
1.1 Делови на прозорецот на програмата Excel

Со инсталирање на програмата **Microsoft Excel**, вообичаено се конфигурирани и неопходните датотеки и папки, а се креира и икона во стартното мени. Програмата се стартува со избор на **Microsoft Office/Excel** од менито **Start**.



Сл. 1.2

Исто така, програмата може да се стартува и со двоен клик на кратенката (**shortcut**) на работната површина (**desktop**), како и со двоен клик на кој било **Excel** документ со што истовремено се стартува **Excel**-от и се отвора избраниот документ.



Сл. 1.3

По активирањето на програмата се отвора работниот прозорец, кој изгледа како на слика 1.3. Работниот прозорец содржи ленти со алатки и работна површина. Лента со алатки е опсег на копчиња прикажани на компјутерот за извршување одредени функции. На копчето се наоѓаат икони што служат за подобра идентификација на функцијата на секое копче. Со кликување на одредено копче се повикува соодветната апликација.

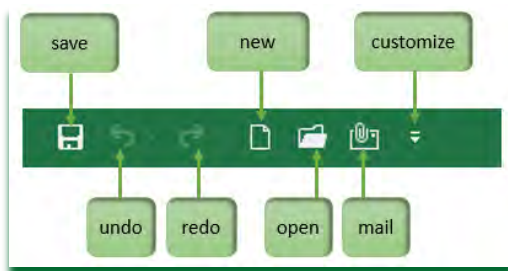
Составни делови на прозорецот се:

1. **Title bar** (лента за наслов)
2. **Quick Access Toolbar** (лента со алатки за брз пристап)
3. **Menu bar** (мени лента)
4. **Standard toolbar** (стандардна лента со алатки)
5. **Formating toolbar** (лента за форматирање)
6. **Formula bar** (лента за формула)
7. **Document window** (работна површина)
8. **Column Headers** (име/адреса на колоната)
9. **Row Indicators** (име/адреса на редот)
10. **Name Box** (рамка за приказ на адресите на ќелиите)
11. **Cell** (ќелија)
12. **Scroll bars** (лизгачка лента)
13. **Sheet tabs** (име на работниот лист)
14. **Status bar** (статусна лента)

Book1 - Excel

Title bar – лентата за наслов на која е прикажано името на отворениот документ и програмата (**Book1 - Excel**). Се наоѓа на врвот на прозорецот на **Excel** документот. Отворениот нов документ е со стандардно име на датотеката **Book1**.

Quick Access Toolbar - лентата со алатки за брз пристап се наоѓа лево од лентата за наслов. Содржи често користени команди како: зачувување (**Save**), отповикај (**Undo**), повтори (**Redo**), отворање нов документ (**New**),

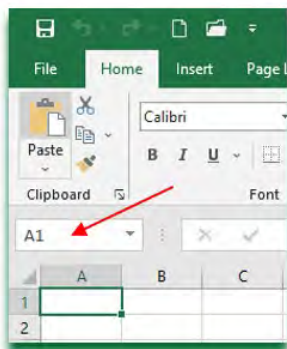


Сл. 1.4

1. Microsoft Excel

отворање папка (**Open**), мејл (**Email**) и може да се приспособи со користење на паѓачкото мени (слика 1.4).

Formula bar е лента за внесување или уредување податоци, формули и функции.



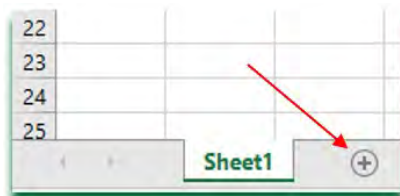
Name Box ја прикажува локацијата или името на избраната ќелија. На слика 1.5 е селектирана ќелијата добиена во пресек на првата колона со ознака **A** и првиот ред со ознака **1**. Затоа во рамката за приказ на селектирана ќелија е запишана адресата **A1**.

Сл. 1.5

Статусна лента е област на самото дно во **Excel** каде што може да се видат различни информации за тековниот документ или некои специјални копчиња што се вклучени. Од лентата за статус може да се изберат различни прикази на работниот лист, како и да се зумира или одзумира работниот лист.

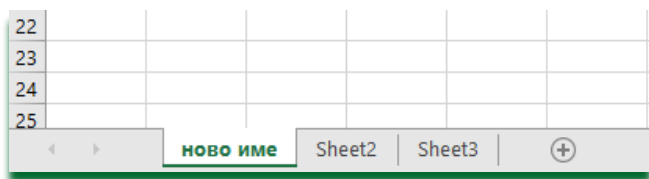


Документот кој се креира во **Excel** се нарекува работна книга (**Workbook**). Секоја работна книга се состои од еден или повеќе работни листови. До работните листови се пристапува од долниот лев агол. Кога ќе се стартува програмата иницијално работната книга има еден работен лист - **Sheet1**. Доколку сакаме да додадеме нов работен лист, кликаме на малиот плус кој се наоѓа десно од листот (слика 1.6). Со секој клик се вметнува нов лист.



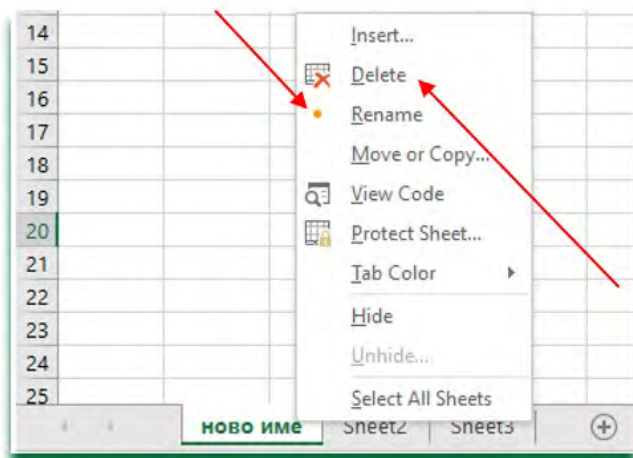
Сл. 1.6

Иницијално имињата на работните листови се **Sheet1**, **Sheet2**, **Sheet3**... Името на работниот лист може да се смени со двоен клик на неговото име. На пример, името **Sheet1** се менува со двоен лев клик врз него и го запишуваме новото име, на крај кликаме **Enter** (слика 1.7).



Сл. 1.7

Исто така, името на работниот лист може да се измени со десен клик на глумчето на името на листот и од листата со наредби која ќе се појави избираме „**Rename**“.



Доколку сакаме да избришеме работен лист кликаме со десното копче од глумчето на името на листот и од листата со наредби која ќе се појави избираме „**Delete**“ (слика 1.8).

Сл. 1.8



Клучни зборови: **Workbook, Sheet, Toolbar, ќелија**



1. Како се стартува апликацијата Excel?
2. Кои се составните делови на работниот прозорец во Excel?
3. Дефинирај ги поимите: ќелија, работен лист и работна книга?



Вежба:

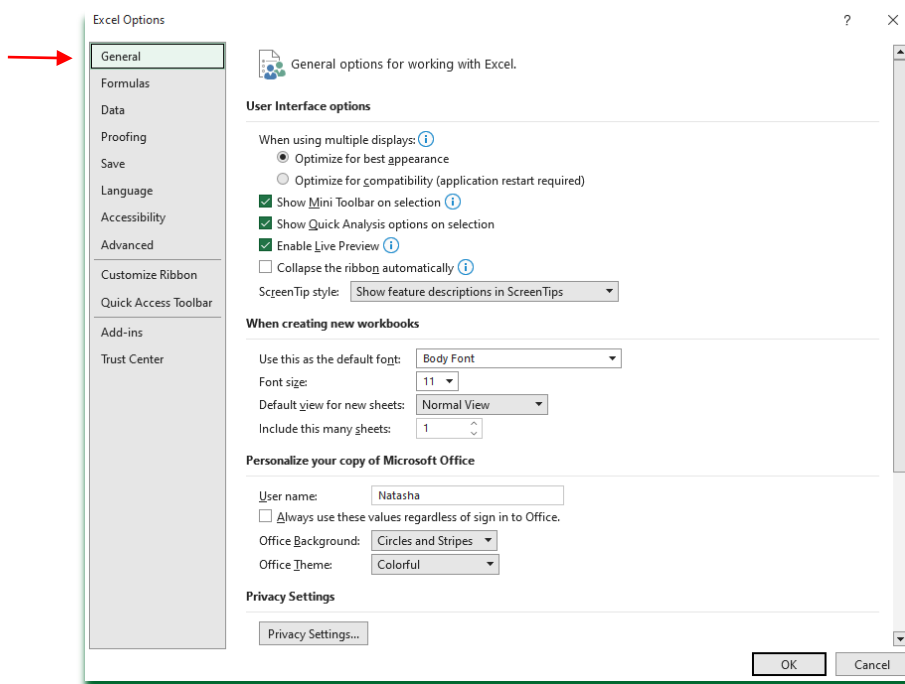
Да се отворат пет нови работни листови, да се именуваат со броевите од 1 до 5, соодветно, потоа да се избришат третиот и петтиот работен лист.

1.2 Промена на основните поставки на програмата Excel

Со промена на одредени поставки, автоматски може да се конфигурираат работните книги во **Excel**. Со измена на овие поставки секоја нова работна книга ќе се отвора конфигурирана. Промените на поставките во **Excel 2016** се приспособливи и во претходните верзии на **Excel**.

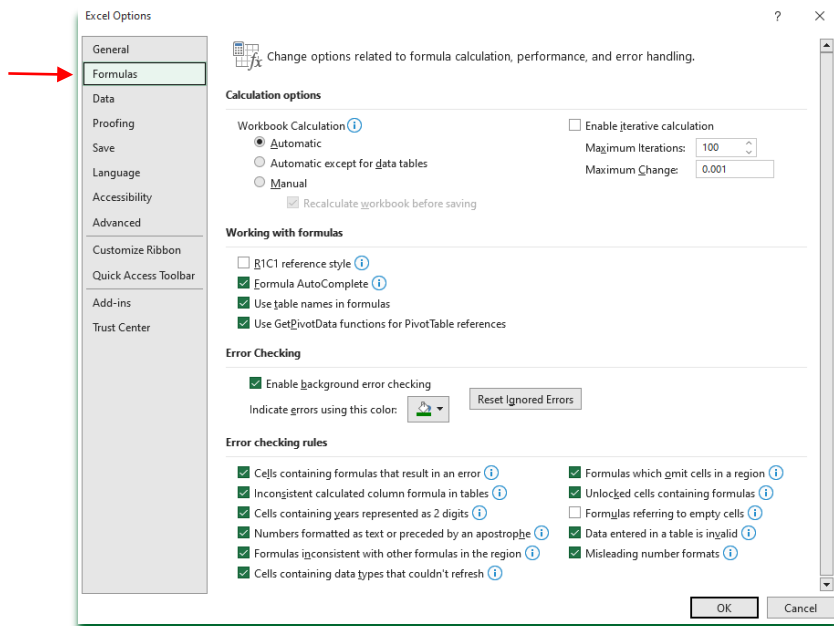
Основните поставки во **Excel** програмата се одредени од достапните опции со притискање **File** → **Options**:

General: Содржи опции за промена или приспособување на корисничкото име, стандардни типови и големини на фонтови, број на работни листови во новата работна книга и други опции.



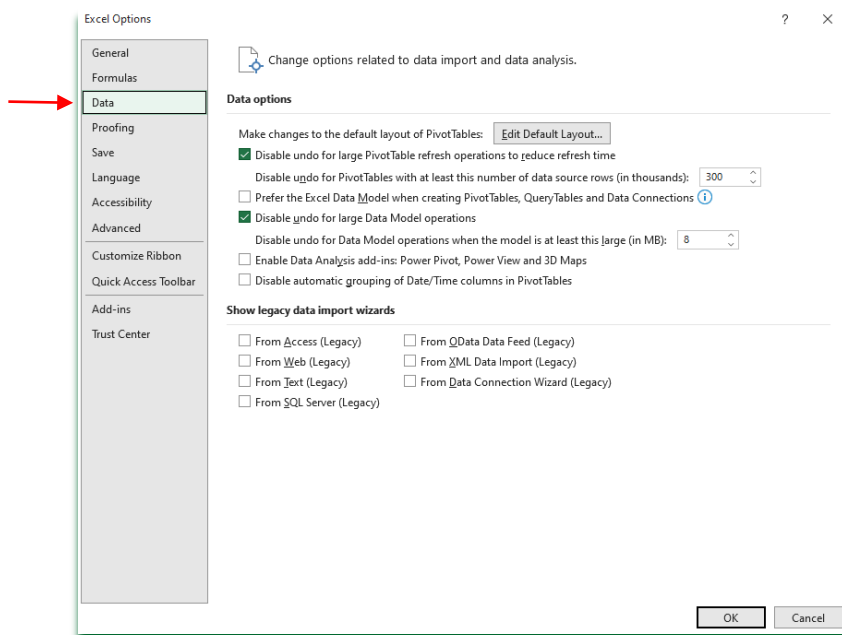
Сл. 1.9

Formulas: Формулите содржат опции поврзани со пресметки и верификација на грешки при работа со формули, како што е, на пример, можноста формулите да се запишуваат автоматски или рачно.



Сл. 1.10

Data: Со промена на одредени опции се менува стандардниот распоред во пивот табелите.

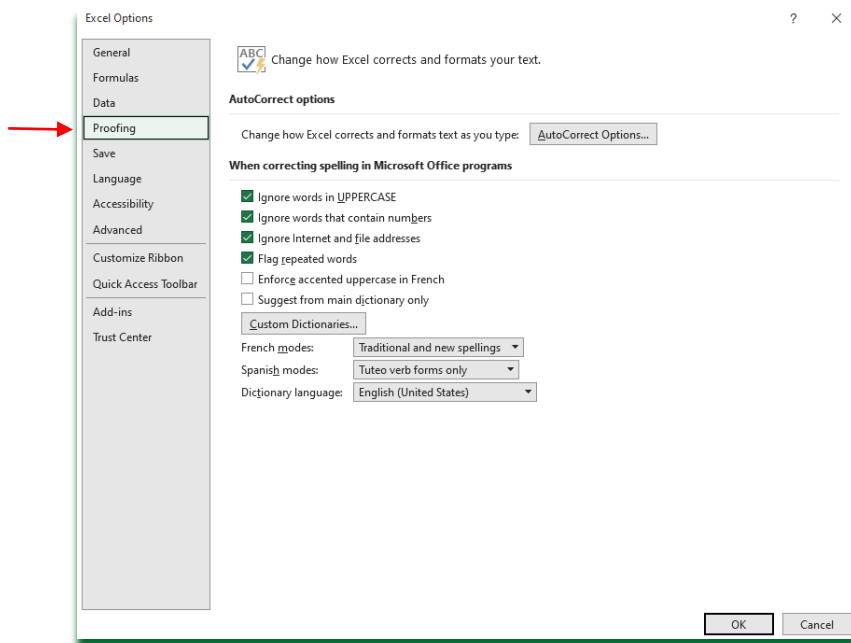


Сл. 1.11

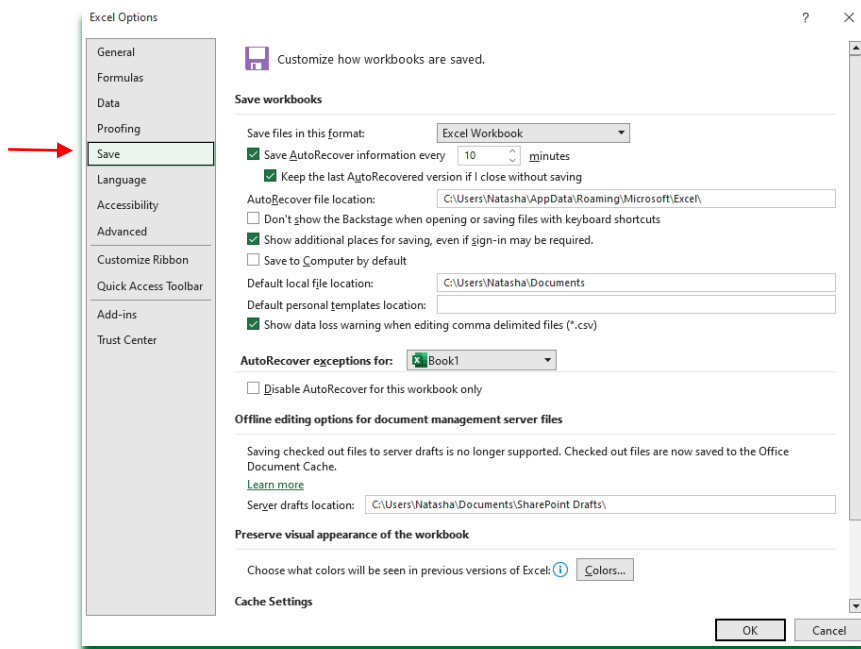


1. Microsoft Excel

Proofing: Проверката на јазикот ги одредува поставките на правописот, правилата и опции за самокорекција и форматирање текст (слика 1.12).



Сл. 1.12



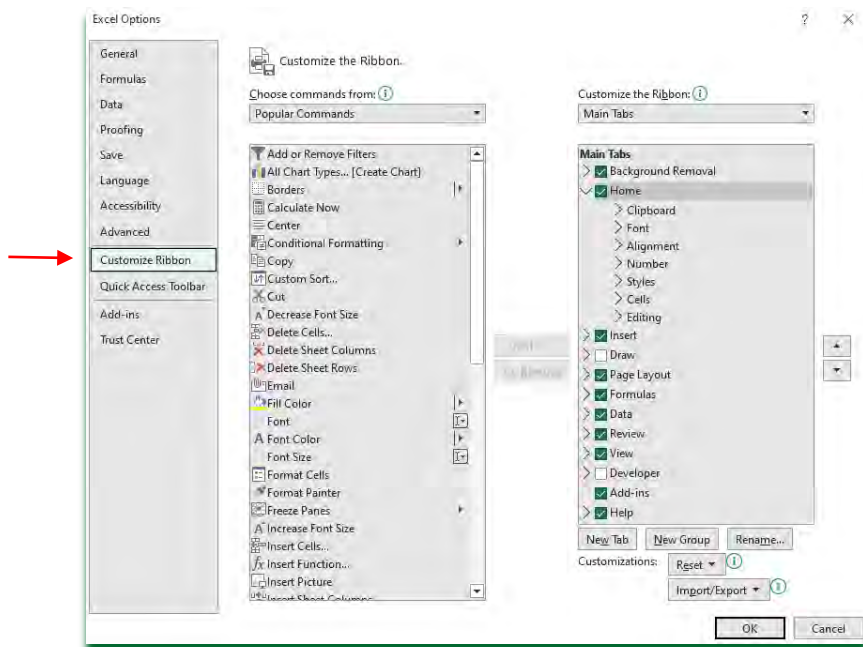
Сл. 1.13

Save: Ги одредува правилата при зачувување на датотека: во кој формат е зачувана датотеката, стандардната локација за зачувување на датотеката, временскиот интервал и место на автоматско снимање (автоматско обновување на работните книги - **Save AutoRecover**), слика 1.13.

Language: Содржи опции кои го одредуваат јазикот во програмата **Excel**, како што се јазикот на интерфејсот, описите на екранот, помошта и јазикот за проверка на правопис.

Accessibility: Достапност до сите, додавајќи алтернативни текстови на сликите, така што луѓето со оштетен вид ќе можат да слушаат што е прикажано на сликата. Може да се креираат достапни табели користејќи шаблони, фонтови и бои за да се максимизира инклузивноста.

Advanced: Содржи опции, како што се условите за внесување податоци, насоката на движење на курсорот на активната ќелија по притискање на копчето **Enter**, приказ на броеви, насока на движење на текстот, опции за печатење и прикажување делови од интерфејсот. Некои опции се однесуваат на целата работна книга, а некои на активен работен лист или избрани работни листови.



Сл. 1.14

1. Microsoft Excel

Customize Ribbon: Овозможува приспособување на лентата со додавање или со отстранување табулатори, групи и команди.

Quick Access Toolbar: Лентата со алатки за брз пристап овозможува да се приспособи лентата со додавање и отстранување команди.

Add-ins: Додатоците овозможуваат прегледување и управување со дополнителни алатки на Excel, како што се алатки за анализа на податоци.

Trust Center: Центарот за доверба ги одредува поставките за заштита и безбедност.



1. Кои поставки може да се променат во табулаторот General?
2. Во кој табулатор може да се промени стандардната локација на снимените документи?



Вежба:

Во основните поставки да се смени:

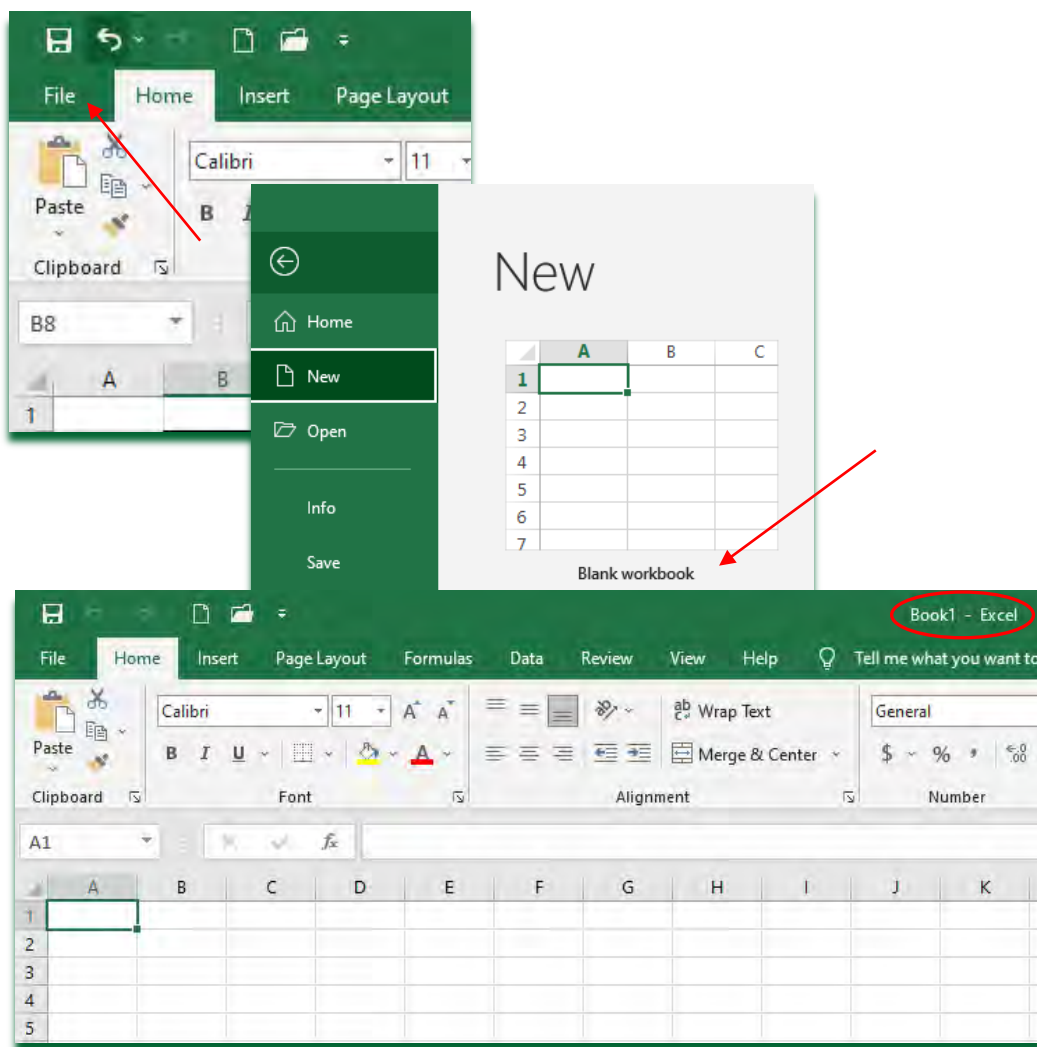
- ❖ големината на фонто од 11 во 15;
- ❖ бројот на работни листови во новата работна книга;
- ❖ корисничкото име со вашето име;
- ❖ насоката на движење на селектираната ќелија кон лево по притискање на копчето Enter.



- ✓ **Title bar** е лента за наслов на која е прикажано името на отворениот документ и програмата.
- ✓ **Quick Access Toolbar** - лента со алатки за брз пристап.
- ✓ **Документот кој се креира во Excel се нарекува работна книга (Workbook). Секоја работна книга се состои од еден или повеќе работни листови (Sheets).**

1.3 Изработка на нов, отворање постоечки и зачувување документ

Нов документ се отвора од подменито **New** на менито **File**, или со комбинација на копчињата **Ctrl+N** од тастатурата.



Сл. 1.15

Се отвора прозорец како на слика 1.15 во кој со клик на табулаторот **Blank Workbook** се отвора нов документ. Името на новиот документ е **Book1**, **Book2** итн., кое го задава самата програма.

1. Microsoft Excel

Отворениот документ се зачувува (снима) на дискот со командата зачувај (**Save**) или зачувај како (**Save As**).

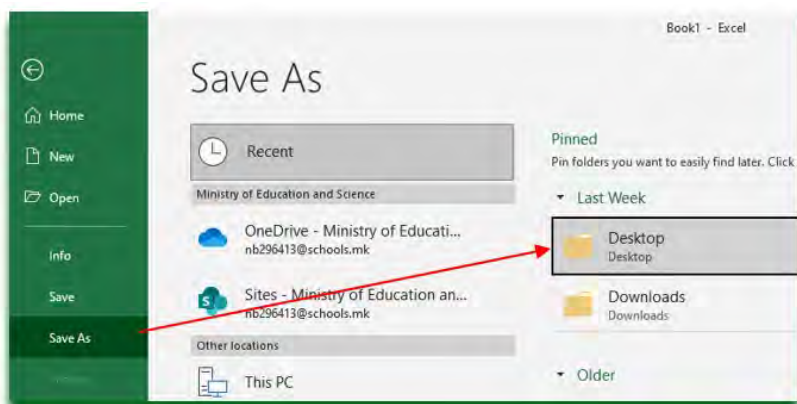
Зачуваниот **Excel** документ има наставка/екстензија **.xlsx/.xls**.

Секој претходно креиран и зачуван документ на дискот може да се отвори преку менито **File** со избор на подменито **Open** (слика 1.16), притоа се отвора нов прозорец со избор на снимени документи (**Workbooks**) или се избира локација (**Folders**) во која се наоѓа документот. Исто така, постоечкиот документ може да се отвори со комбинација на копчињата **Ctrl+O** од тастатурата.

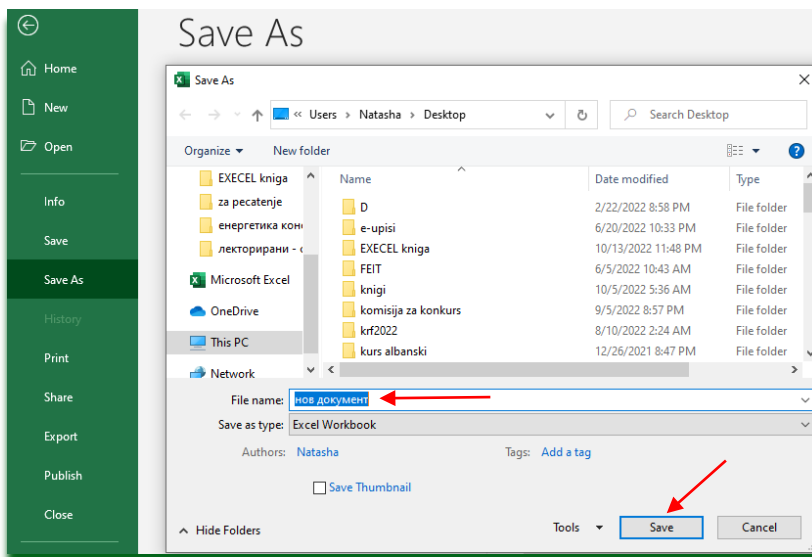


Сл. 1.16

При промена на името на новиот документ, од подменито **File** се избира опцијата **Save As**, притоа се отвора нов прозорец каде се избира папката во која сакаме да го зачуваме новиот документ (слика 1.17). Со изборот на папката се отвора нов прозорец во кој го запишуваме името на новиот документ (слика 1.18).



Сл. 1.17



Сл.1.18

Доколку работниот документ веќе е зачуван, и само се прават промени во него, без промена на форматот или локацијата на документот, тогаш се користи опцијата зачувај **Save**.



1. Како се отвора нов, а како постоечки документ во Excel?
2. Кога се користи опцијата Save, а кога Save As?



Вежба:

1. Да се отвори нов работен документ, да се сочува во папката Documents со име вежба1, потоа документот да се затвори и со научените постапки повторно да се отвори истиот работен документ.



✓ **За зачувување нов документ и зачувување промени во веќе постоечки документ секогаш се користи опцијата Save, односно Save As.**

1.4 Пишување формула

Основната намена на **Excel** се табеларните пресметки. Работата со формули и функции во **Excel** овозможува табеларни пресметки на податоци и автоматска корекција на резултатот при промена на кој било податок од табелата. Математичките операции што **Excel** ги препознава се: **собирање (+)**, **одземање (-)**, **множење (*)**, **делење (/)** и **степенување (^)**. Редоследот на извршување на операциите е според дефинираните приоритети, најнапред операцијата степенување, потоа операциите множење и делење, а последни се операциите собирање и одземање. Овие приоритети се менуваат со користење загради. Формулата во **Excel** содржи вредности (број, текст, логички вредности), адреси или имиња на ќелии, оператори или функции. Како и податоците, формулите можат да се бришат, да се уредуваат, да се преместуваат и да се копираат.

Внесените податоци, во зависност од нивниот тип, може да се обработуваат на повеќе начини. На пример, на внесените броеви може да се применат различни математички операции, што е овозможено преку внесување формули во лентата за формула **Formula bar**. Формулата се внесува веднаш по внесување на знакот еднакво, односно „=“. Така, ако е потребно да се соберат броевите во ќелијата **C5** и **D3**, во лентата за формула се запишува „**=C5+D3**“, додека резултатот се добива во ќелијата која е селектирана. Постапката е прикажана на слика 1.19.

	A	B	C	D	E
1	=C5+D3		1	2	
2			2	4	
3			3	6	
4			4	8	
5			5	10	
6			6	12	
7			7	14	
8					

Сл. 1.19

	A	B	C	D	E
1	11		1	2	
2			2	4	
3			3	6	
4			4	8	
5			5	10	
6			6	12	
7			7	14	
8					

Сл. 1.20

Оваа формула може да се внесе и на друг начин: во ќелијата **A1** се запишува знакот „=“, потоа се кликува на ќелијата **C5**, се запишува операторот „+“ и се кликува на ќелијата **D3**. На овој начин адресите на операндите не се внесуваат рачно.

Треба да се забележи дека формулата истовремено се испишува и во самата ќелија во која треба да се добие резултатот и во лентата за формула. По притискање на копчето **Enter** во ќелијата **A1** се добива резултатот од операцијата собирање на двата броја од селектираните ќелии во формулата (слика 1.20).

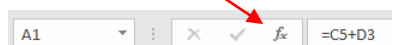
Примери за запис на формули во лентата за формули во **Excel**:

$$1. f = \frac{x + y}{z} \quad = (x + y)/z$$

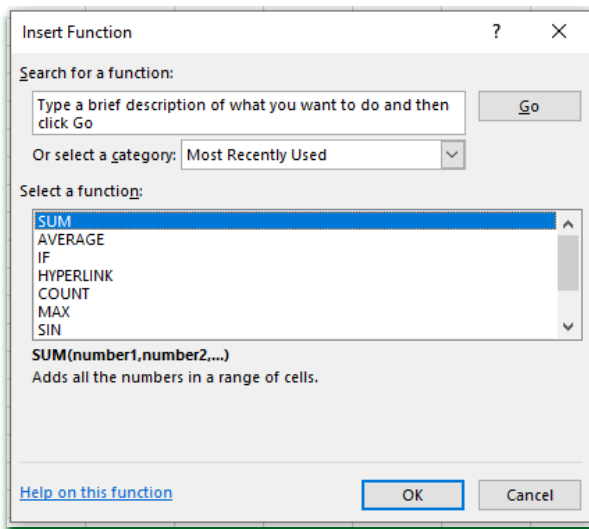
$$2. f = \frac{(x + y)^2}{x \cdot y} \quad = (x + y)^2/x * y$$

$$3. f = 5\sqrt{x + y} \quad = 5 * (x + y)^{0,5}$$

Excel содржи база на формули/функции кои може да се користат при обработка на внесените податоци. Еден од начините да се внесат формулите е да се впише знакот за еднакво во некоја ќелија и потоа да се



кликне на **fx** што се наоѓа веднаш до лентата за формула. Се отвора прозорец кој ги прикажува формулите кои биле користени во последно време, но, исто така, овозможува пристап до сите вградени формули/функции во **Excel** (слика 1.21).



Сл. 1.21



Клучни зборови: **Formula bar**, формули, функции



1. Со што започнува внесување на секоја формула?
2. Каде се внесуваат формулите во Excel?
3. Каде се добива резултатот од извршената пресметка по дадената формула во Excel?



Вежби:

1. Да се внесат формулите 1, 2 и 3 во ќелиите **D2**, **D3** и **D4** на соодветното место во дадената Excel табела.

	A	B	C	D
1	x	y	z	f
2	1	2	1	
3	2	4	3	
4	3	6	5	

$$1. f = \frac{2x - y}{z} \quad 2. f = \frac{(x - y)^2}{x + y} \quad 3. f = \sqrt{5x + 2y}$$

2. Да се извршат следните задачи:

- ⊗ Да се отвори нова работна книга во **Excel**.
- ⊗ Во колоната **A** да се внесат природните броеви од 1 до 6.
- ⊗ Делителите на бројот 12, почнувајќи од најмалиот, да се внесат во колоната **B**.
- ⊗ Во пресек на колоната **C** со редиците со исти броеви да се внесе формулата:
 - $= AX + BX * 2$
- ⊗ Во пресек на колоната **D** со редиците со исти броеви да се внесе формулата:
 - $= (AX + BX) * 2$
- ⊗ Образложи ги добиените резултати во колоната **C** и **D**.



✓ **Секогаш запишувањето на формула започнува со знакот еднакво, односно „=“.**

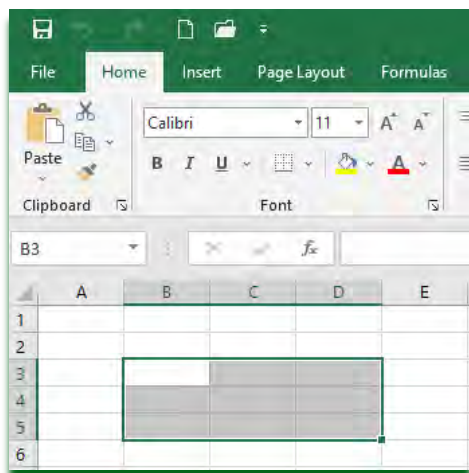
1.5 Адресирање

X Адресирање ќелии:

Адресите на ќелиите, кои се користат во формули и функции на програмата, ни кажуваат од каде се земаат вредности за пресметување. Адресите можат да се внесат така што ќе се запишат во формула, или со селектирање ќелии или опсези на ќелии со помош на левото копче од глумчето.

Адреса на секоја ќелија се состои од ознака за колоната (буква) и ознака за редот (број) во чиј пресек се наоѓа ќелијата.

X Адресирање опсег:



Адресирање опсег се однесува на непрекинат правоаголен опсег на ќелии кој се протега преку повеќе колони и редици. При ваквото адресирање со знакот две точки (:) се спојуваат адреси на горната лева и на долната десна ќелија. На пр., адресата **B3:D5** означува опсег од 9 ќелии: **B3, B4, B5, C3, C4, C5, D3, D4** и **D5**.

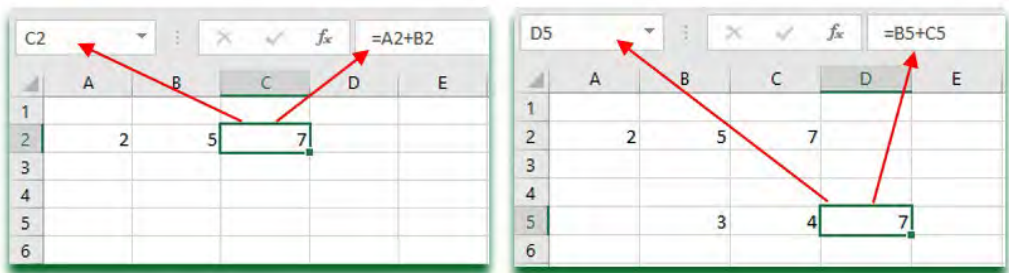
Сл. 1.22

Во формулите и функциите се користат два вида адресирање на ќелии од кои се земаат податоци:

- **релативно адресирање** – адресирање во однос на активна ќелија;
- **апсолутно адресирање** – адресирање независно од активна ќелија и
- **комбинирано адресирање**.

Релативно адресирање

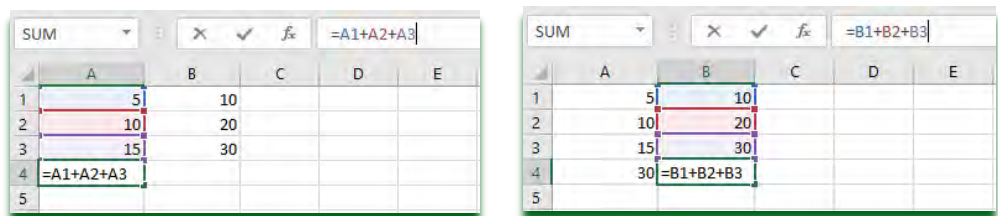
Програмите за табеларни пресметки стандардно користат релативно адресирање – адреса на ќелија се формира од ознака на колона и од ознака на ред, на пр., **E3**. Кога се копира формула која содржи релативни адреси програмата нема да креира нејзина изворна копија. Адресите на ќелиите ќе се сменат и формулата ќе се приспособи кон новата колона и/или ред. Ако формулата **=A2+B2** внесена во ќелијата **C2** се ископира во ќелијата **D5**, таа ќе гласи **=B5+C5** (слика 1.23).



Сл. 1.23

На овој начин секогаш се собираат вредностите во двете ќелии лево од ќелијата во која се наоѓа формулата.

Истото се однесува и за пресметување сума во колона. Формулата од ќелија **A4** се копира во ќелијата **B4** (слика 1.24).

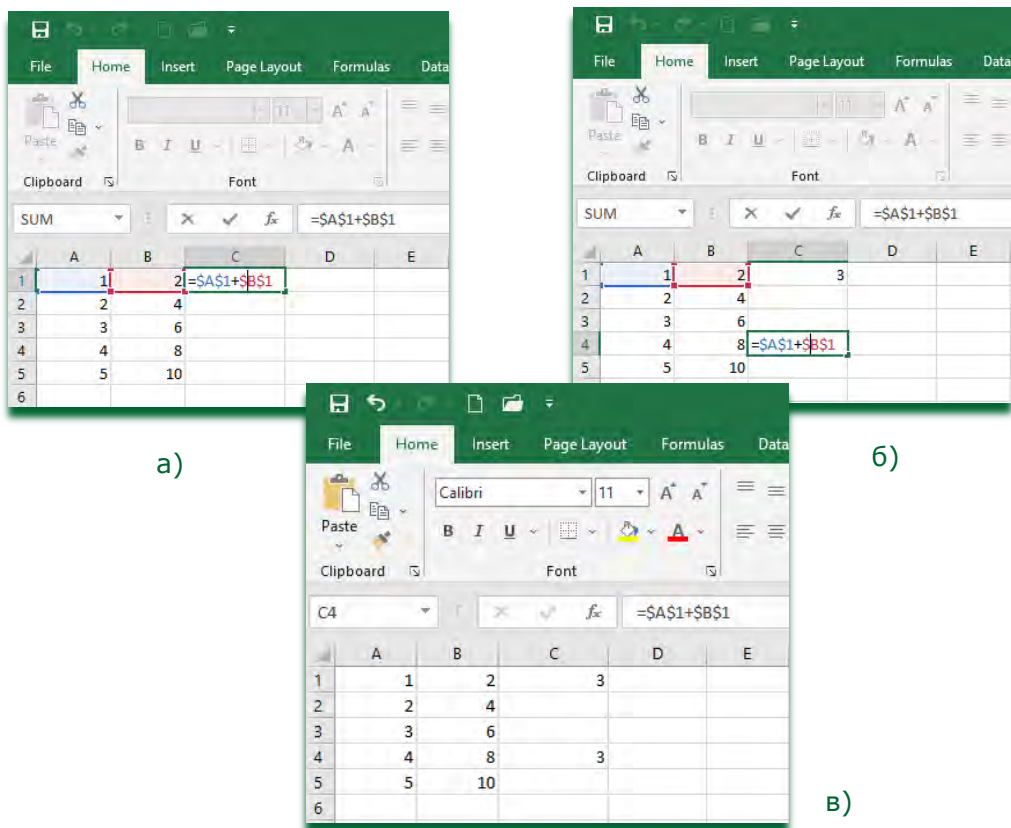


Сл. 1.24

Благодарение на ваквиот начин на адресирање можат да се копираат формули со постапка за автоматско пренесување формули. Програмата ќе ја нагоди формулата според ќелијата во која таа е копирана.

Апсолутно адресирање

Понекогаш не е потребно да се приспособуваат и да се менуваат адресите при копирање на формулата. Во овој случај се користат апсолутни адреси на ќелиите кои не се менуваат со копирање. Адресите во формулата се претвораат во апсолутни користејќи знак за долар (\$) пред буквата на колоната и пред бројот на редот кои ја сочинуваат адресата на ќелијата (на пр., **\$A\$1**). Така, на пример, формулата **=A1+B1** на слика 1.25 а) треба да се промени во **=\$A\$1+\$B\$1**. Ако пред името на редот и името на колоната го има знакот \$, адресата е апсолутна (не се менува вредноста на таа ќелија).



Сл. 1.25

При копирање на формулата од ќелијата **C1** во ќелијата **C4**, слика 1.25 б), ќелијата **C4** ќе има иста вредност со ќелијата **C1** (слика 1.25 в).

Комбинирано адресирање

Комбинирана адреса се употребува кога во ќелијата е апсолутен само редот или само колоната. Делот од адресата што е апсолутен се означува со симболот **\$** (**A\$1** или **\$A1**). Ознаката автоматски се добива така што копчето **F4** од тастатурата се притиска два пати за апсолутна адреса на редот, а три пати за апсолутна адреса на колоната. Ова адресирање овозможува формулата да се копира во две насоки.



Клучни зборови: апсолутно адресирање, релативно адресирање, комбинирано



1. Која ќелија е апсолутно адресирана во изразот **=A3*\$B\$4 + C5*D2**?
2. Доколку формулата од ќелијата **C3** се копира во ќелијата **D4**, според која формула ќе биде пресметан резултатот во ќелијата **D4**?

	A	B	C	D
1	1	2	3	4
2	2	3	4	1
3	3	4	=A3*B3	2
4	4	3	2	?

3. Во програмата за табеларни пресметувања, во ќелијата **A1** е внесен бројот 12. Кој е точниот резултат по пресметувањето на формулата **"=A1/3+3^3"**?
4. Запиши го адресирањето на опсег ќелии кој започнува од ќелијата **A1** а завршува во колоната **D** и се протега 5 ќелии надолу?
5. Запиши го адресирањето на опсег ќелии кој започнува од ќелијата **A1** а завршува во редот 3 и се протега 7 ќелии надесно?



Вежби:

1. Да се запише опсегот на ќелии кој е селектиран. Кои ќелии се опфатени?

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

2. Да се образложи разликата во добиениот резултат при промена на формулата $=A1+B1$ во $=\$A\$1+\$B\1 .
3. Да се адресираат пресметаните вредности на банкнотите во евра и во денари. Какво адресирање е применето? Да се пополни табелата!

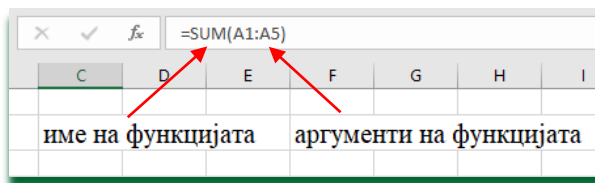
	A	B	C	D	E	F
1						
2		евра			денари	
3		банкноти	количина	вредност	курс	вредност
4		10	25		62	
5		20	31			
6		50	20			
7		100	3			
8						
9						



- ✓ Адреса на поединечна ќелија се состои од ознака за колоната (буква) и ознака за редот (број) во чиј пресек се наоѓа ќелијата.
- ✓ Со знакот две точки (:) се означува опсег од ќелии.
- ✓ Ако пред името на редот и името на колоната го има знакот \$, адресата е апсолутна, не се менува вредноста на таа ќелија.

1.6 Внесување функции

Во апликациите за табеларни пресметувања формулите можат да бидат кориснички дефинирани или вградени во форма на функција. Програмата за табеларни пресметки **Excel** располага со голем број функции. Сите функции започнуваат со знакот „**=**“ и се состојат од име на функцијата по кое во заграда следуваат аргументите (адресите) на функцијата, одделени со запирка или со две точки (слика 1.26).



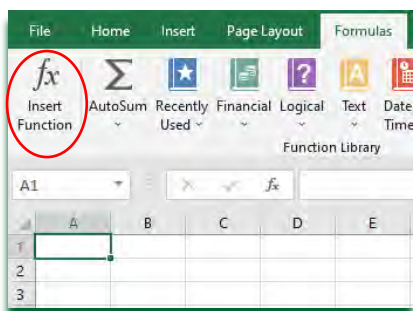
Сл. 1.26

Притоа:

- функцијата **=SUM(A1,A5)** го пресметува збирот на податоците во ќелиите **A1** и **A5**.
- функцијата **=SUM(A1:A5)** го пресметува збирот на податоците во сите ќелии од **A1** до **A5**.

При внесување на функцијата треба:

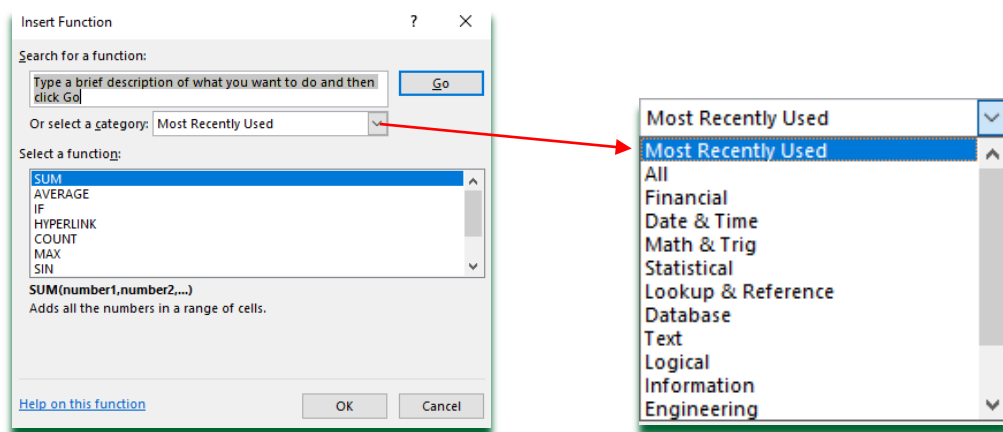
- да се позиционира курсерот на ќелијата во која треба да се прикаже резултатот;
- да се внесе **знакот „=“** и **да се запише точното име на функцијата и аргументите во заграда**, притоа фонтот не е важен, како ни тоа дали се пишува со мали или големи букви, но **важно е името на функцијата и аргументите да се запишат со латинична јазична поддршка**;
- за да се прикаже резултатот, во ќелијата се притиска копчето **Enter**, додека функцијата се прикажува во лентата за формули.



Внесување функции се прави од менито **Formulas**, со кликување на копчето **fx (Insert Function)**.

Сл. 1.27

Прозорецот кој се отвора нуди можност за избор на категории (области) и избор на функции.

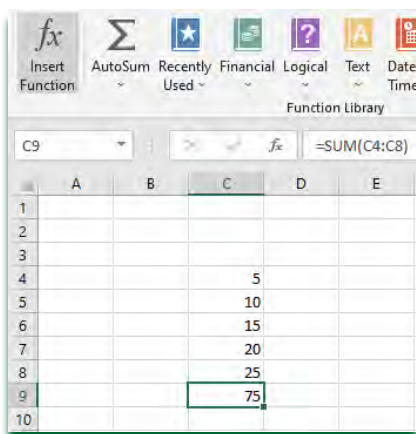


Сл. 1.28

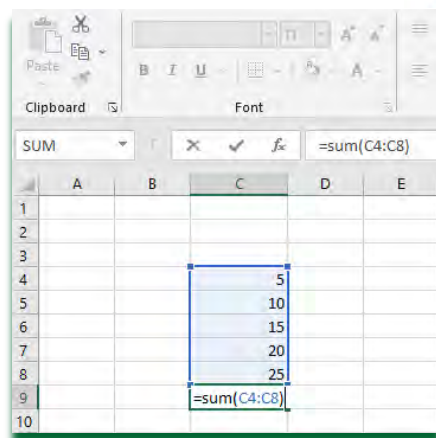
Функциите се организирани според категории (области), како што се: финансиски (**Financial**), датум и време (**Date&Time**), математички (**Math&Trig**), статистички (**Statistical**) и други.

Една од почесто користените функции е сумирање - **SUM**, со која може да се собираат вредности од различни ќелии. Функцијата се однесува на ќелијата, а не на вредноста во ќелијата. Тоа значи дека сумата автоматски ќе се промени ако се изврши промена на вредноста во некоја од ќелиите. Сумирањето на вредности може да се направи на повеќе начини. Еден од нив е со кликување на **Auto Sum** (**Σ** – на менито со алатки), откако ќе се селектираат елементите кои треба да се соберат (слика 1.29 а), додека, пак, друг начин е со запишување на формулата **=SUM(C4:C8)**, ако се собираат вредностите испишани во ќелиите од **C4** до **C8** (слика 1.29 б).

1. Microsoft Excel



a)



б)

Сл.1.29

Постапка за вметнување функции:

I начин

1. Се избира ќелијата во која треба да се внесе функцијата
2. Од иконата **AutoSum** на стандардната лента со алатки со клик на надолната стрелка се избира функцијата (овде се наоѓаат најчесто користените функции). Се внесува знакот „=“, името на функцијата и () каде меѓу заградите ќе биде впишан опсегот на ќелиите во лево или над селектираната ќелија. Околу опсегот се појавува вибрирачка рамка.
3. Опсегот може да се селектира и на лентата за формули да се внесат податоците за функцијата.
4. Се притиска **Enter** за да се прифати формулата или **Esc** за да се откаже операцијата.

II начин

1. Избор на ќелијата во која треба да се прикаже вредноста на функцијата.
2. Избор на функција од прозорецот кој се отвора со клик на алатката **fx**.
3. Од категоријата **All** се врши избор на соодветната функција.



1. Како се задава опсегот на ќелии во аргументите на функцијата?
2. Како ќе изгледа функцијата која треба да ги собира вредностите од ќелиите **E4**, **B3** и **C1**?
3. За што служи копчето *fx* од менито **Formulas**?

**Вежби:**

1. Да се пресмета сумата на дадените аргументи користејќи формула и функција.

SUM - функција за пресметување сума

аргументи: **A1=1, A2=3, A3=4**

Резултатите да се прикажат во ќелијата **A4**, односно во ќелијата **A5**.

со формула: **A4 =A1+A2+A3**

со функција: **A5 =SUM(A1:A3)**

2. Да се пресмета средната вредност на дадените аргументи користејќи формула и функција.

AVERAGE – функција за пресметување средна вредност (просек)

аргументи: **B1=1, B2=3, B3= 4**

Резултатите да се прикажат во ќелијата **B4**, односно во ќелијата **B5**.

со формула: **B4 =(B1+B2+B3)/3**

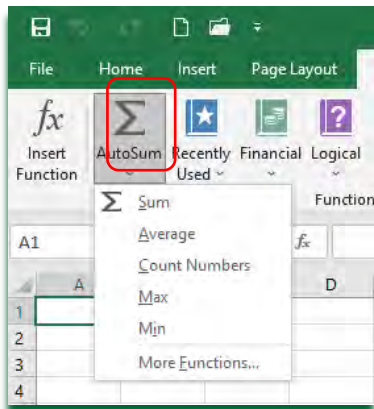
со функција: **B5 =AVERAGE(B1:B3)**



✓ Сите функции започнуваат со знакот „=” и се состојат од име на функцијата по кое во загради следуваат аргументите на функцијата, одделени со запирка или со две точки.

1.7 Основни функции во Excel

Најчесто користени функции се функциите наведени во листата под алатката **AutoSum** од табот **Home**.



Со кликување на стрелката за опаѓачкото мени на **AutoSum** (Σ во менито со алатки), се појавуваат функциите: **Sum, Average, Count, Max, Min**, односно функциите за сумирање, за определување просечна, односно средна вредност, за броење ќелии, за определување максимум и минимум. Исто така, може да се стигне и до сите функции, ако се одбере последната опција, а тоа е **More Functions**.

Синтакса на запишување на функциите:

- ❖ функција за пресметување **збир** =**SUM(аргументи)**
- ❖ функција за пресметување **просек** =**AVERAGE(аргументи)**
- ❖ функција за пресметување **минимална вредност** =**MIN(аргументи)**
- ❖ функција за пресметување **максимална вредност** =**MAX(аргументи)**
- ❖ функција за **броење** =**COUNT(аргументи)**

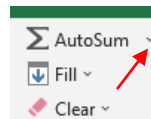
Функција може да се одбере и од листата со функции (наместо да се пишува). Во тој случај треба:

- ❖ да се позиционира на ќелијата во која треба да се прикаже резултатот;
- ❖ од листата со функции да се одбере соодветната функција;
- ❖ да се изберат соодветни аргументи.

Така, на пример, ако во табелата претставена на слика 1.30 сакаме да ја пресметаме вкупната вредност на сите производи, најнапред е потребно да се пресмета вкупната вредност на секој

производ поединечно како производ од цената и количината на производот.

- Во ќелијата **D2** се внесува формулата **=B2*C2** (слика 1.30);
- Ја копираме формулата во ќелиите **D3**, **D4**, **D5** и **D6** (слика 1.31);
- Се кликнува на ќелијата во која сакаме да биде прикажан резултатот од пресметувањето (во овој пример тоа е ќелијата со адреса **D7**);
- се кликнува на стрелката до алатката **AutoSum** од табот **Home**;
- Од листата со функции се одбира функцијата **Sum**;
- Во ќелијата **D7** ќе се прикаже функцијата (името на функцијата е Sum а во заграда се аргументите на функцијата, во случајов ќелиите од **D2** до **D6**, означени со испрекината рамка) (слика 1.32);
- За да се прикаже резултатот, во ќелијата се притиска копчето **Enter** од тастатурата, додека функцијата се прикажува во лентата за формули (слика 1.33).



	A	B	C	D
1	производ	количина	цена	вредност
2	амперметар	3	1200	=B2*C2
3	волтметар	4	1000	
4	броило	5	2000	
5	осцилоскоп	1	5000	
6	струјна клешта	4	1500	
7				

Сл.1.30

	A	B	C	D
1	производ	количина	цена	вредност
2	амперметар	3	1200	3600
3	волтметар	4	1000	4000
4	броило	5	2000	10000
5	осцилоскоп	1	5000	5000
6	струјна клешта	4	1500	6000
7				
8				

Сл.1.31

	A	B	C	D	E	F
1	производ	количина	цена	вредност		
2	амперметар	3	1200	3600		
3	волтметар	4	1000	4000		
4	броило	5	2000	10000		
5	осцилоскоп	1	5000	5000		
6	струјна клешта	4	1500	6000		
7				=SUM(D2:D6)		
8				SUM(number1, [number2], ...)		
9						

Сл.1.32

1. Microsoft Excel

	A	B	C	D	E
1	производ	количина	цена	вредност	
2	амперметар	3	1200	3600	
3	волтметар	4	1000	4000	
4	броило	5	2000	10000	
5	осцилоскоп	1	5000	5000	
6	струјна клешта	4	1500	6000	
7				28600	
8					
9					

Сл.1.33

Функцијата просек (**AVERAGE**) спаѓа во категорија на статистички функции и се користи за пресметување средна вредност на опсег на ќелии кои се наведени како аргументи во заградата според статистичка метода за аритметичка средина.

Пример: Во ќелијата **C1** да се пресмета средната вредност на низата која започнува од ќелија **A1** до ќелија **A5**.

= AVERAGE(A1:A5)

	A	B	C	D	E	F
1	4	2	=AVERAGE(A1:A5)			
2	5	4				
3	3	6				
4	2	5				
5	9	1				

	A	B	C	D	E	F
1	4	2	4.6			
2	5	4				
3	3	6				
4	2	5				
5	9	1				

Сл. 1 34

Функцијата максимум (**MAX**) се користи за одредување на најголемиот број во дадена низа, додека најмалиот број се добива со функцијата минимум (**MIN**).

Пример: Во ќелијата **C2** да се прикаже најголемиот број во низата дадена од ќелија **A1** до ќелија **A5** а во ќелијата **C3** најмалиот број.

= MAX(A1:A5)

= MIN(A1:A5)

	A	B	C	D	E	F
1	4	2	4.6			
2	5	4	9			
3	3	6				
4	2	5				
5	9	1				

Сл. 1.35

	A	B	C	D	E	F
1	4	2	4.6			
2	5	4	9			
3	3	6	2			
4	2	5				
5	9	1				

Сл. 1.36



Клучни зборови: **AutoSum, Sum, Average, Min, Max**



1. Која е формата за запишување на функцијата за пресметување средна (просечна) вредност на опсег на ќелии?

2. Со која од наведените

функции е добиен податокот во ќелијата **A4**?

а. **SUM(A2:A3)**

б. **MIN(A1:A3)**

в. **MAX(A1:A3)**

г. **AVERAGE(A2:A3)**

	A	
1	10	
2	5	
3	3	
4	4	
5	2	
6		

3. Која функција е дадена со синтаксата **=Count(аргументи)**?



Вежби:

1. Да се пресмета средниот успех на секој клас посебно и процент на ученици со одличен успех во пет класа од трета година. Го внесуваме бројот на ученици со одличен успех, со мн. добар успех, со добар успех и број на ученици со доволен успех за секој клас поединечно. Со функцијата **AutoSum**, во ќелијата **F3** го пресметуваме вкупниот број на ученици во класот III-1, а потоа ја копираме формулата и во другите класови (**F4, F5, F6, F7**).

F3		=SUM(B3:E3)				
	A	B	C	D	E	F
1						
2	клас	одлични	мн. добри	добри	доволни	бр. на ученици
3	III-1	19	11	1	3	34
4	III-2	21	9	2	0	32
5	III-3	15	14	3	1	33
6	III-4	17	12	0	4	33
7	III-5	23	7	1	0	31
8						

Сл. 1.37

1. Microsoft Excel

Потоа во ќелијата **G3** внесуваме формула за пресметување на просекот.

=(одлични*5+мн.добри*4+добри*3+доволни*2)/бр.на ученици

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	клас	одлични	мн. добри	добри	доволни	бр. на ученици	просек
3	III-1	19	11	1	3	34	=(B3*5+C3*4+D3*3+E3*2)/F3
4	III-2	21	9	2	0	32	
5	III-3	15	14	3	1	33	
6	III-4	17	12	0	4	33	
7	III-5	23	7	1	0	31	
8							

Сл. 1.38

Ја копираме формулата и во другите класови (**G4, G5, G6, G7**).

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	клас	одлични	мн. добри	добри	доволни	бр. на ученици	просек
3	III-1	19	11	1	3	34	4.176470588
4	III-2	21	9	2	0	32	4.59375
5	III-3	15	14	3	1	33	4.242424242
6	III-4	17	12	0	4	33	4.03030303
7	III-5	23	7	1	0	31	4.709677419
8							

Сл. 1.39

Пресметувањето на процент на одлични ученици во секој клас може да се изврши со комбинирано адресирање. Во ќелијата **G3** се внесува формула за пресметување процент на одлични во III-1 (слика 1.):

=B3/B8*100

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	клас	одлични	мн. добри	добри	доволни	бр. на ученици	одлични
3	III-1	19	11	1	3	34	=B3/B8*100
4	III-2	21	9	2	0	32	
5	III-3	15	14	3	1	33	
6	III-4	17	12	0	4	33	
7	III-5	23	7	1	0	31	
8	вкупно	95	53	7	8	163	
9							

Сл. 1.40

За да ја направиме оваа адреса комбинирана (апсолутна само по ќелијата **F8**), се поставува курсерот во адресата на ќелијата и се притиска на копчето **F4** од тастатурата.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	клас	одлични	мн. добри	добри	доволни	бр. на ученици	одлични
3	III-1	19	11	1	3	34	20
4	III-2	21	9	2	0	32	
5	III-3	15	14	3	1	33	
6	III-4	17	12	0	4	33	
7	III-5	23	7	1	0	31	
8	вкупно	95	53	7	8	163	
9							

Сл. 1.41

Потоа со **AutoFill** колоната **G** ја пополнуваме надолу, но при тоа ќелиите мора да останат селектирани.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	клас	одлични	мн. добри	добри	доволни	бр. на ученици	одлични
3	III-1	19	11	1	3	34	20
4	III-2	21	9	2	0	32	22.10526316
5	III-3	15	14	3	1	33	15.78947368
6	III-4	17	12	0	4	33	17.89473684
7	III-5	23	7	1	0	31	24.21052632
8	вкупно	95	53	7	8	163	100
9							

Сл. 1.42

1. Microsoft Excel

2. Составена е „топ 5“ екипа од најдобрите кошаркари. Со истражување на интернет пополни ги празните полиња во табелата (број на дрес, години според датум на раѓање, висина) и вметни формула за пресметување на бараните податоци во **Excel** табела.

број	Име и презиме	години	висина (cm)
?	Вилт Чемберлен	?	?
?	Меџик Џонсон	?	?
?	Леброн Џејмс	?	?
?	Мајкл Џордан	?	?
?	Карим Абдул Џабар	?	?
просечна висина на екипата			?
најнизок играч			?
највисок играч			?
најмлад играч			?

Сл.1.43

3. Да се изработи **Excel** табела со дадени податоци за колоната А (слика 1.44). Во ќелијата В1 да се вметне функцијата **=SUM(A1,A5)** која ќе го пресметува збирот на податоците во ќелиите **A1** и **A5** (**A1+A5**), додека во ќелијата В3 да се вметне функцијата **=SUM(A1:A5)** која ќе го пресметува збирот на податоците во ќелиите од **A1** до **A5** (**A1+A2+A3+A4+A5**).

	А	В
1	10	
2	5	
3	3	
4	4	
5	8	
6		

Сл.1.44

Провери го своето знаење!



I Прашања со заокружување (Заокружи ги точните одговори)

- Во работен лист на **Excel** со **B5** се означува:
 - ред
 - ќелија
 - колona
- Редиците во работен лист на **Excel** се означуваат со:
 - букви
 - броеви
 - симболи
- Ќелијата **C7** се добива во пресек на:
 - третата колona и седмиот ред
 - третиот ред и седмата колona
 - редот **C** и седмата колona
- Секоја функција започнува со знакот:
 - =
 - +
 - :
- Формулата **=B2*C2** внесена во ќелија означува:
 - збир на податоците во ќелиите **B2** и **C2**
 - производ на податоците во ќелиите **B2** и **C2**
 - разлика на податоците во ќелиите **B2** и **C2**
- Во комбинираната адреса **B\$3** апсолутно е:
 - колona
 - редот
 - редот и колona

1. Microsoft Excel

7. Доколку работниот документ веќе е зачуван, и само се прават промени во него, без промена на форматот или локацијата на документот, тогаш се користи опцијата:

- A) **Save As**
- B) **Save**
- B) **Share**

8. Кој знак се користи пред буквата на колоната и пред бројот на редот кои ја сочинуваат адресата на ќелијата за означување апсолутни адреси?

- A) #
- B) &
- B) \$

9. Во програмата за табеларни пресметувања, во ќелијата A5 е внесен бројот 10. Кој е точниот резултат по пресметувањето на формулата " $=A5/2+1^{100000}$ "?

- A) **100005**
- B) **6**
- B) **6^{100000}**

10. Со која функција се пресметува просечна (средна) вредност?

- A) **SUMIF**
- B) **AVERAGE**
- B) **COUNT**

II Прашања со поврзување

11. Поврзи го математичкиот оператор со соодветната операција.

- | | |
|------|----------------------|
| A) ^ | 1) множење _____ |
| B) * | 2) степенување _____ |
| B) / | 3) делење _____ |

12. Поврзи ги операторите со соодветната категорија на функција.

- | | |
|----------------|----------------------|
| A) / | 1) математичка _____ |
| B) = | 2) споредбена _____ |
| B) TRUE | 3) логичка _____ |

13. Поврзи ги адресите на ќелиите со видот на адресирање.

- | | |
|------------------------|----------------------|
| A) F5 | 1) апсолутно _____ |
| B) &F&5 | 2) релативно _____ |
| B) F&5 | 3) комбинирано _____ |

III Прашања со дополнување

14. Документот кој се креира во **Excel** се нарекува _____.
15. Иницијално имињата на работните листови во **Excel** работната тетратка се _____.
16. Функцијата _____ се користи за одредување на најголемиот број во дадена низа, додека најмалиот број се добива со функцијата _____.
17. Адресата на поединечна ќелија се состои од ознака за колоната _____ и ознака за редот _____.
18. Со знакот _____ меѓу адресите на ќелиите се означува опсег од ќелии.
19. Ако пред името на редот и името на колоната го има знакот **\$**, адресата е _____, не се менува вредноста на таа ќелија.
20. Со **AutoSum** содржината на означените/селектираните ќелии се _____.

The image shows a screenshot of the Microsoft Excel application. At the top, the title bar displays "Book1 - Excel" and the user's name "Наташа Божиновска". Below the title bar is the ribbon, with the "Home" tab selected. The ribbon contains several groups of icons: Clipboard, Font, Alignment, Number, Styles (including Conditional Formatting, Format as Table, and Cell Styles), Cells, and Editing. Below the ribbon is the formula bar, which shows "A1" in the name box and a formula icon. The main area is a spreadsheet grid with columns labeled A through I and rows numbered 1 through 24. A large, bold, green title is centered in the grid, reading "2. РАБОТА СО ДОКУМЕНТИ ВО MICROSOFT EXCEL". At the bottom of the window, the status bar shows "Ready", "Accessibility: Good to go", and a zoom level of "90%".

Book1 - Excel Наташа Божиновска

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Help Tell me

Clipboard Font Alignment Number Conditional Formatting Format as Table Cell Styles Cells Editing

Styles

A1

A B C D E F G H I

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

2. РАБОТА СО ДОКУМЕНТИ ВО MICROSOFT EXCEL

Sheet1

Ready Accessibility: Good to go 90%

Со изучување на содржините од оваа модулarna единица ученикот ќе стекне знаења, вештини и компетенции за:

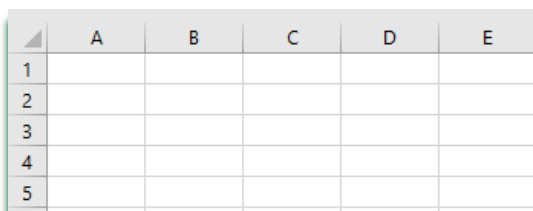
- **креирање документ во Microsoft Excel;**
- **внесување, копирање и преместување податоци во ќелии во Microsoft Excel;**
- **применување Microsoft Excel како алатка за графички приказ на променливи големини;**
- **форматирање табели во Microsoft Excel;**
- **извршување операции со податоци и графикони во Microsoft Excel.**

2.1 Работни листови

Работната книга во **Microsoft Excel** е составена од повеќе работни листови. Освен внесување податоци, врз нив може да се применуваат и други операции: менување на името, преместување, бришење како и вршење паралелни пресметки на повеќе работни листови одеднаш.

Работниот лист, во делот каде што се ракува со податоците, е организиран така што, ознаките за редиците се наоѓаат на левата страна, означени со броеви од 1 до 1.048.576, а од горната страна ознаките за колоните, означени со букви (комбинации од **A** до **Z** за првите 26 колони, потоа од **AA, AB, AC...** до **...ZX, ZY, ZZ** за следните 626 колони и од **AAA, AAB, AAC ...** до **...XFB, XFC, XFD** за преостанатите 15.734 колони). Тенките сиви линии што се гледаат служат за визуелно претставување на границите помеѓу ќелиите и не се видливи при печатење.

Работниот лист е составен од редици и колони кои се сечат

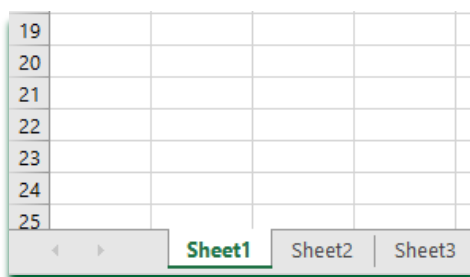


	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					

Сл. 2.1

една со друга за да формираат **ќелии** каде што се внесуваат податоците (слика 2.1). Во него има можност да се извршуваат повеќе задачи како што се пресметки, анализа на податоци и интегрирање на податоци.

Зависно од верзијата на програмата и потребите на корисникот, бројот на работните листови е различен. Кој работен лист е активен е видливо по тоа што неговото име е напишано со задебелени букви (во случајот од слика 2.2 тоа е **Sheet1**).



19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

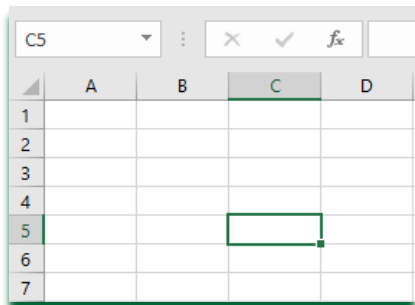
Sheet1 | Sheet2 | Sheet3

Сл. 2.2

Менување на работниот лист се врши со притискање на имињата од листовите. Секој работен лист се состои од колони и

редици. Пресекот на колоните и редиците го дава основниот елемент во **Excel**, ќелијата. Секоја од ќелиите има адреса со која се идентификува, а тоа се ознаките на колоната и редот што се сечат во таа ќелија, на пример **A1** е првата ќелија во листот.

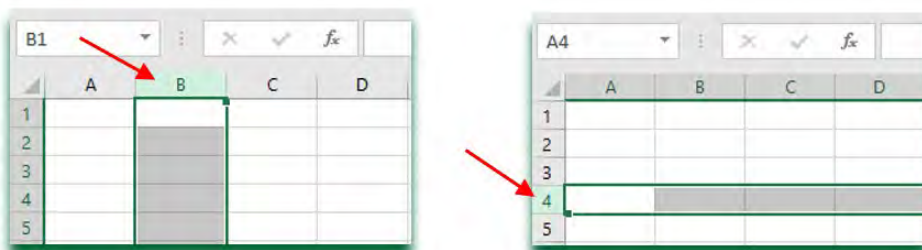
Со стартување на програмот преку менито **Start** се отвора нова **Excel** работна книга (документ). Работниот лист на документот, означен како **Sheet1**, е поделен на ќелии, формирани



Сл. 2.3

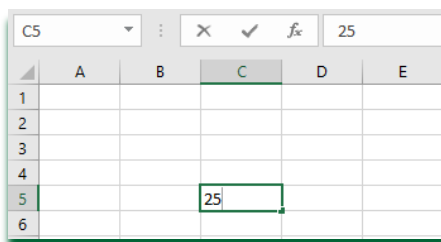
од **256 колони**, означени со букви (**A, B, C, ...**) и **65.536 редици**, означени со броеви (**1, 2, 3, ...**). Така на пример, ќелијата добиена со пресек на колона **C** и ред **5** ја има ознаката **C5** (слика 2.3). Во секоја од овие ќелии може да се внесуваат податоци, за кои програмот дава различни можности за обработка.

Колона се селектира со клик на буквата на колоната, а ред се селектира со клик на бројката на редот (слика 2.4). Ако сакаме да селектираме повеќе колони или редици се влече со глумчето по буквите/колониите.



Сл. 2.4

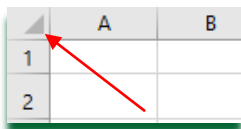
Во **Excel** се пишува само во активната ќелија. Активна е онаа ќелија на која сме позиционирани со глумчето. Се препознава по тоа што таа е обележана со подебели линии. На слика 2.5 активна е ќелијата **C5**.



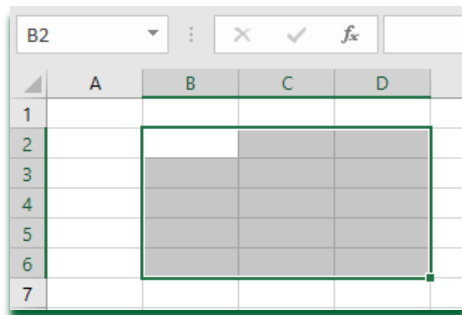
Сл. 2.5

2. Работа со документи во Microsoft Excel

Било која ќелија од работниот лист се избира/селектира со лев клик на глумчето. Целиот работен лист се избира со селекција на неозначениот правоаголник пред колоната А или со комбинација на копчињата **Ctrl+A** од тастатурата.

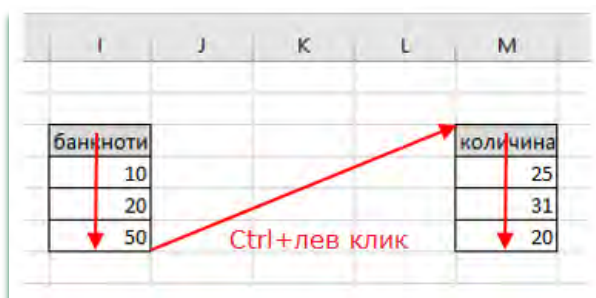


При работа со работните листови често ни се потребни копирање, преместување и бришење на група ќелии. За таа цел, најнапред треба да се изврши селектирање на целната група. Се поставува покажувачот на почетната ќелија во групата која сакаме да ја селектираме. Потоа левото копче на глумчето се држи притиснато и се повлекува до крајната ќелија. На слика 2.6 селектиран е **опсегот (B2:D6)**.



Сл. 2.6

Ако ќелиите кои е потребно да се селектираат не се соседни, тогаш се користи и копчето **Ctrl** од тастатурата. На сликата 2.7 во чекори е прикажана постапката за селектирање несоседни ќелии.



Сл. 2.7



Движење низ работниот лист

Наједноставен начин за движење низ работниот лист е со користење на **Scroll bars** (лентите за движење) притоа со притискање со глумчето врз саканата ќелија може да се постави покажувачот во таа ќелија.

За движење низ работниот лист, освен користење на глумчето, може да се користат и копчиња од тастатурата и тоа:

Позиција	Копче
Една ќелија подолу	↓
Една ќелија погоре	↑
Една ќелија лево	←
Една ќелија десно	→
Крај на редот	Ctrl + →
Почеток на редот	Ctrl + ←
Следен работен лист	Ctrl + PageDown
Претходен работен лист	Ctrl + PageUp
Почеток на колоната	Ctrl + ↑
Крај на колоната	Ctrl + ↓
Следен екран	PageDown
Претходен екран	PageUp
Почеток на ред	Ctrl + Home
Крај на ред	Ctrl + End



1. Што е работен лист а што работна книга?
2. Како се означуваат редиците а како колоните во работниот лист?
3. Како се селектира група несоседни ќелии?



Вежби:

1. Да се отвори нов документ и да се внесе името **kalendar**.
Работниот лист **Sheet1** да се именува **dekemvri**. Во работниот лист да се изработи календар за месец декември.
 - Да се селектираат сите викенди во една група.
 - Да се селектираат непарните денови во месецот.
 - Да се доделат адреси на ќелиите со празнични денови во табелата за месец декември.



- ✓ Во Excel се пишува само во активната ќелија.
- ✓ Активна е онаа ќелија на која сме позиционирани со глумчето. Се препознава по тоа што таа е обележна со подебели линии.

2.2 Видови податоци

Податоците за табеларни пресметки се информации кои можат да бидат зачувани во табеларната програма **Excel**. Податоците се внесуваат во ќелиите на работните листови.

Во секоја од ќелиите може да се внесат податоци (**текст, датуми, броеви, формули**), кои понатаму може да се обработуваат со помош на вградените алатки и функции на **Excel**.

Внесените податоци се чуваат во ќелиите на работниот лист. Вообичаено, секоја ќелија има само еден вид на податоци. Податоците може да се користат во пресметките, за прикажување во графикони, или со сортирање и филтрирање да се пронајдат конкретни информации.

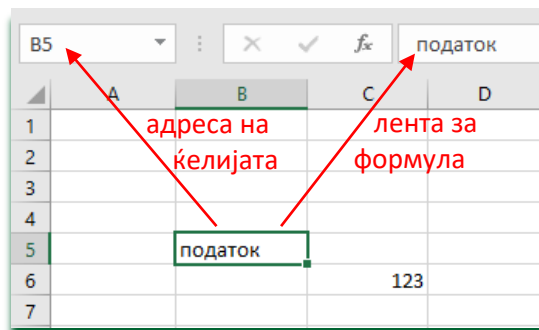
Секоја ќелија во новиот работен лист во **Excel** табелата е празна. За да може да се внесат податоци во една ќелија, со притискање на глумчето се избира саканата ќелија во која потоа се внесуваат податоците преку тастатура. Внесувањето обично се завршува со притискање на копчето **Enter** од тастатурата, со што долната ќелија станува активна ќелија. Податоците исто така може да се внесуваат и во лентата **Formula Bar**. На ваков начин се внесуваат податоци во општ облик (**General**), односно текст и природни броеви.

Текстуалните податоци обично се состојат од зборови кои се користат за наслови, имиња и етикети за идентификување на колони на податоци. Текстуалните податоци може да содржат букви, бројки и специјални знаци како што се „!“ или „&“ и празни места.

Броевите кои се запишуваат во ќелиите се користат во пресметките. Освен цели броеви, како што се (1, 10, 100) може да се внесат цели броеви со точка што означува илјадарка (1.250, 15.200) како и децимални броеви со запирка (12,3). За внесување на негативни броеви се користи знакот минус (-).

2.3 Внесување податоци

Секое внесување на податоци се прави во одбраната ќелија, а истите податоци се појавуваат и во лентата **Formula Bar**, која се наоѓа во најдолниот ред од менијата со алатки. Крајно лево, во истиот ред се гледа и адресата на ќелијата во која се внесува податокот. При внесувањето на податоци може да се забележи дека, стандардно, броевите се правилно порамнети на десната страна во ќелијата додека текстуалните податоци автоматски се порамнуваат на левата страна во ќелијата (слика 2.8).



Сл. 2.8

За да се внесе податок во некоја ќелија таа треба да е активна, односно најпрво треба да се селектира ќелијата. Внесувањето се потврдува со кликање на тастерот **Enter**.

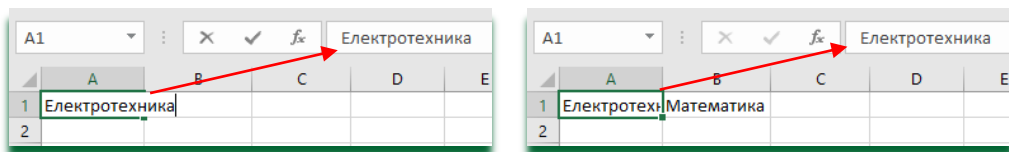
Исто така, податоците може да се внесуваат и во лентата за формули **Formula Bar**. Ако е потребно броевите да се третираат како текст, тогаш при нивно внесување треба да се внесе специјалниот знак апостроф ('). Пример бројот 1234 ќе се третира како текст ако пред цифрите се стави знакот апостроф **'1234**.

Доколку внесените податоци треба да се корегираат или во ќелијата да се внесе друг податок, тоа може да се направи со: двоен лев клик во дадената ќелија, преку **Formula Bar** или со притискање на копчето **F2** од тастатурата.

При тоа доколку текстот е подолг од ширината на ќелијата, тој ќе се „прелее“ во соседната ќелија но нема да ја пополни. Така, на пример, на сликата 2.9 текстот „Електротехника“ е внесен во ќелијата **A1**, додека ќелијата **B1** е празна. Доколку во ќелијата **B1** се внесе податокот Математика, дел од текстот што е внесен во

2. Работа со документи во Microsoft Excel

ќелијата **A1** ќе се „сокрие“ но содржината на ќелијата **A1** ќе остане непроменета.



Сл. 2.9

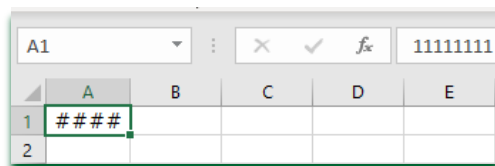
Внесување броеви

Броеви се константни вредности кои ги содржат знаците **1 2 3 4 5 6 7 8 9 - +/ E**.

Microsoft Excel ги прикажува броевите во следниве облици:

- цели броеви (пр. **789**)
- децимални броеви (пр. **7,89**)
- дропки (пр. **7 8/9** се внесува целиот дел потоа броителот, коса црта и на крај именителот на дропката)
- експоненти (пр. **7.89 E+08**).

Ако должината на бројот е поголема од ширината на ќелијата, тој ќе се прикаже во експоненцијален облик или пак во ќелијата ќе се прикажат знаците **####**. Со проширување на колоната бројот ќе се прикаже во нормален облик.



Сл. 2.10

Внесување датум и време

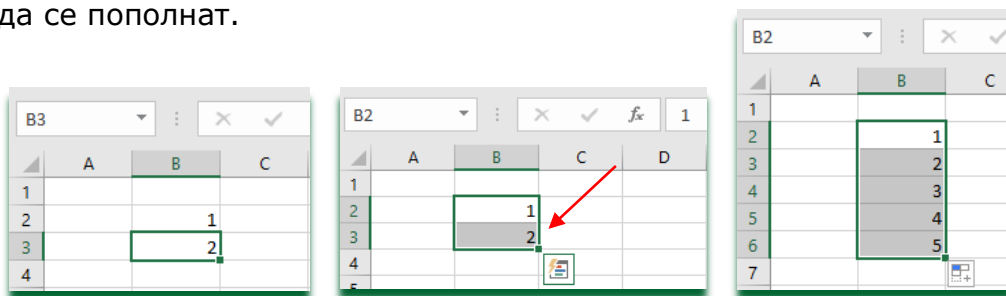
MS Excel ги препознава податоците за датум и време, само ако се внесени во еден од соодветните облици:

- ден/месец/година (пр. **25/02/2022**)
- ден-месец-година (пр. **19-07-2022**)
- ден.месец.година (пр. **24.02.2022**)

За внесување време се користи знакот две точки (**:**) меѓу часот и минутите (пр. **10:30**).

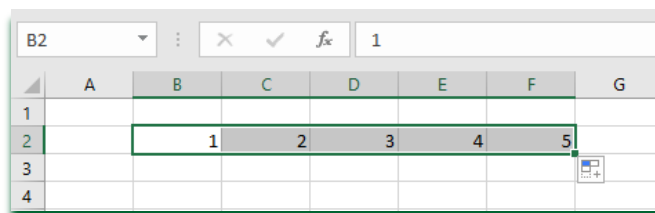
Тековниот датум може да се внесе со притискање на копчињата **Ctrl+#**, а тековното време со копчињата **Ctrl+;**. Ако датумот или времето се внесени правилно тогаш тие ќе се позиционираат на десниот дел од ќелија. Понекогаш се случува датумот или времето да се прикажат во облик на број, наместо во форма на датум односно на време. Тогаш треба да се провери форматот на активната ќелија и да се смени во дијалог прозорецот **Format Cells Number**.

Внесувањето на податоците може да се врши со **Auto Fill** опцијата, се разбира, ако податоците го дозволуваат тоа. Така, ако е потребно да се внесе колона од бројки кои растат/се намалуваат според определена законитост, тогаш се внесуваат елементите во првите две-три ќелии, па со помош на **Auto Fill** опцијата, автоматски ќе се пополнат и останатите ќелии. На слика 2.11 е прикажано внесување на растечка низа броеви (од 1 до 5) во една колона. Најпрво се внесуваат броевите 1 и 2, па потоа се селектираат и со позиционирање на покажувачот во долниот десен агол на последната означена ќелија, се појавува мало црно крвче. Потоа крвчето се влече надолу за онолку ќелии колку што треба да се пополнат.



Сл. 2.11

Истата постапка може да се примени и за пополнување податоци по редици (слика 2.12).



Сл. 2.12



Клучни зборови: **Auto Fill**, специјални знаци



1. Какви податоци може да се внесат во ќелиите на работниот лист во **Excel**?
2. Што содржат текстуалните податоци?
3. Во кој формат се внесуваат податоците за датум и време?
4. Што значи појавувањето тараби (**####**) по внесувањето податок?



Вежби:

1. Да се направи табела со две колони, така да во првата колона се внесат броевите од 1 до 30 користејќи ја алатката **Auto Fill** додека во втората колона датумите почнувајќи од **01/10/2022** до **31/12/2022**.
2. Да се направи табела со една ред во која ќе се внесе времето од **6:00 AM** до **1:00 PM** користејќи ја алатката **Auto Fill**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	6:00 AM	7:00 AM	8:00 AM	9:00 AM	10:00 AM	11:00 AM	12:00 PM	1:00 PM	
2									
3									

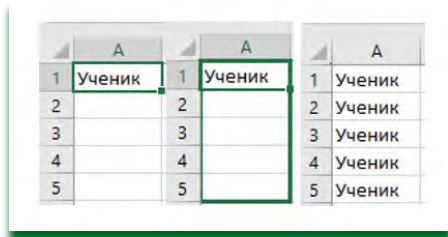


- ✓ Податоците се внесуваат во активна ќелија или во лентата за формули **Formula Bar**.
- ✓ За внесување време се користи знакот две точки (**:**) меѓу часот и минутите.
- ✓ **Auto Fill** опцијата овозможува автоматско внесување броеви кои растат или се намалуваат според определена законитост.

2.4 Копирање податоци

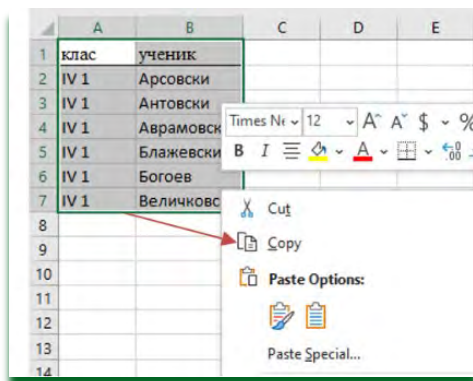
При работа со **Excel** табелите често има потреба од копирање на одредени податоци кои се повторуваат при изработка на табелите во работните листови. Копирањето на податоците може да се врши од една во друга ќелија, може да се врши од еден во друг работен лист како и од еден во друг работен документ. За таа цел програмата Excel содржи повеќе начини за копирање на саканите податоци.

Со опцијата **Auto Fill** може да се копира и еден ист податок во повеќе ќелии. Тоа се прави кога во ќелијата ќе се внесе само збор или еден, два броја, па потоа се селектира и покажувачот се движи во долниот десен агол на последната означена ќелија, се додека покажувачот не премине во црно крвче. Тогаш крвчето се влече надолу за онолку ќелии колку што треба да се пополнат. Податокот ќе се ископира во сите ќелии (слика 2.13).



Сл. 2.13

Друг начин за копирање на саканите податоци е со селектирање на ќелиите чии што податоци треба да се ископираат на друга позиција од работниот лист. Со десен клик на селектираните податоци се отвара прозорец во кој ја има опцијата за копирање (**Copy**), слика 2.14.



Сл. 2.14

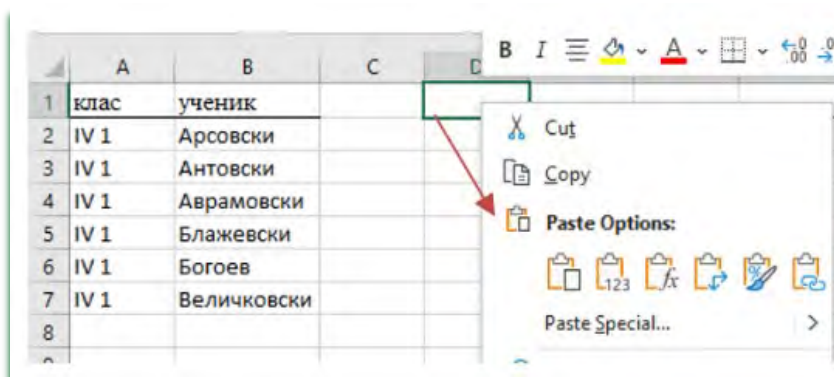
Со притискање на копчето **Copy** селектираните податоци се вооквирени со испрекината линија (слика 2.15), и додека не притиснеме на копчето **Esc** од тастатурата, за излез од

2. Работа со документи во Microsoft Excel

	A	B	C
1	клас	ученик	
2	IV 1	Арсовски	
3	IV 1	Антовски	
4	IV 1	Аврамовски	
5	IV 1	Блажевски	
6	IV 1	Богоев	
7	IV 1	Величковски	
8			
9			
10			

селектираните податоци, податоците ќе може да се копираат повеќе пати. Потоа се одбира местото, односно позицијата од работниот лист каде што треба да бидат ископирани селектираните податоци. Се селектира првата ќелија во која треба да се вметне селектираниот текст. Потоа со десен клик на ќелијата се одбира функцијата **Paste** (слика 2.16).

Сл. 2.15

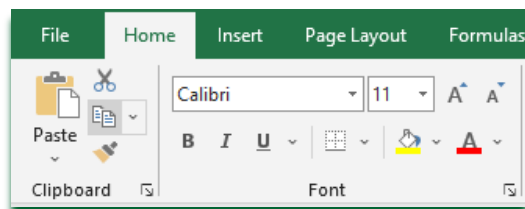


	A	B	C	D	E	F
1	клас	ученик		клас	ученик	
2	IV 1	Арсовски		IV 1	Арсовски	
3	IV 1	Антовски		IV 1	Антовски	
4	IV 1	Аврамовски		IV 1	Аврамовски	
5	IV 1	Блажевски		IV 1	Блажевски	
6	IV 1	Богоев		IV 1	Богоев	
7	IV 1	Величковски		IV 1	Величковски	
8						

Сл. 2.16

Селектираните податоци може да се копираат и со избор на функциите **Copy** и **Paste** од лентата со алатки (слика 2.17).

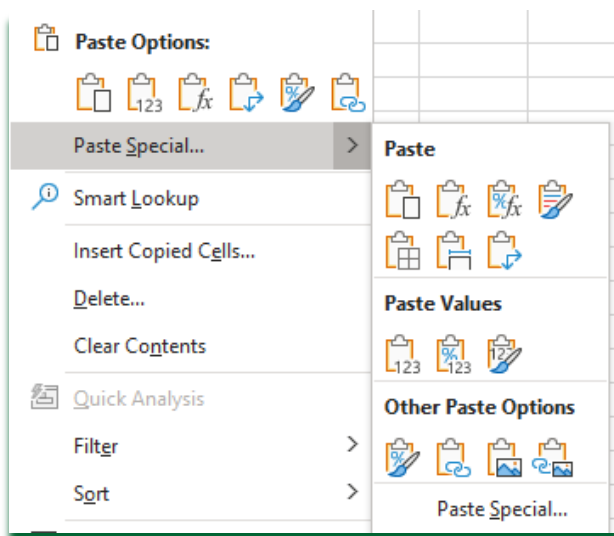
Сл. 2.17



Обично, за да се забрза копирањето и вметнувањето на копираниот текст, се користат кратенки на тастатурата: **Ctrl+C (Copy)** и **Ctrl+V (Paste)**.

Не секогаш се користи опцијата **Paste**, односно **Ctrl+V**, бидејќи на тој начин се копира целата содржина во дадената ќелија, која може да биде вредност, формула, форматирање и др. Постојат повеќе опции за копирање:

- класично копирање;
- копирање на вредности;
- копирање формула;
- копирање на форматирање;
- копирање специјална опција.



Сл. 2.18

Класично копирање

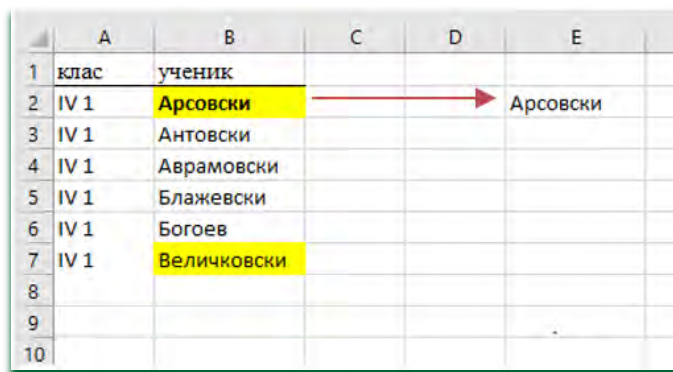
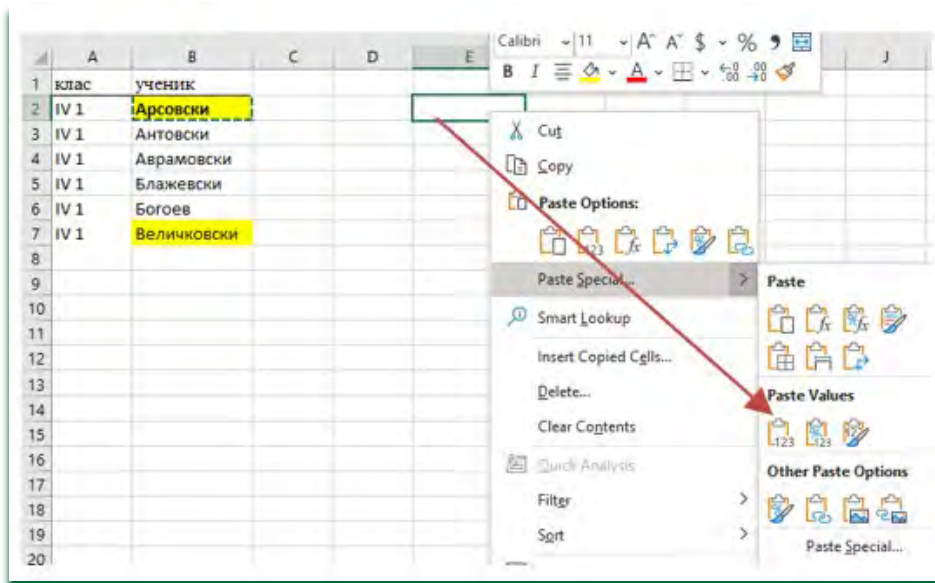
Откако ќе се копира ќелијата користејќи **Copy (Ctrl+C)**, ќе се вметне на избраното место. Со клик на десното копче на глумчето се отвора листата со опции и се избира **Paste** (или се притиска комбинацијата на копчињата **Ctrl+V** од тастатурата).

Копирање на вредности

Кога треба да се копира само вредноста, се избира ќелија која треба да се копира, се притиснува десното копче на глумчето, а потоа се избира опцијата копирај **Copy**. Потоа се избира ќелијата каде што треба да се ископира вредноста, се притиснува десното копче на глумчето, а потоа се избира опцијата **Values** од паѓачкото

2. Работа со документи во Microsoft Excel

мени **Paste Options**. Како резултат на тоа ќе се добие ископирана вредност, односно текстот од ќелијата (слика 2.19).



Сл. 2.19

X Копирање формула

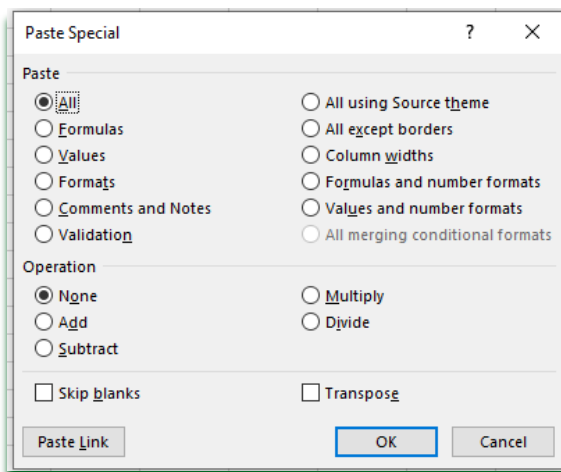
Формулата се копира на ист начин како и вредноста на ќелијата. Најнапред се избира ќелијата во која се наоѓа формулата која е потребно да се копира. Се притиснува десното копче на глумчето, а потоа се избира опцијата копирај **Copy**. Потоа се избира ќелијата каде што треба да се ископира формулата, се притиснува десното копче на глумчето, а потоа се избира опцијата **Formulas** од паѓачкото мени **Paste Options**. Како резултат, се добива копирана формула.

Копирање на форматирање

Копирање на форматирање се прави на истиот начин како претходните копирања, со тоа што се избира опцијата **Formating** од паѓачкото мени на **Paste Options**.

Опции на копирање

Кога се избира оваа опција, се отвора нов прозорец. Во него може да се изберат различни опции за копирање. На пример, може да се ископираат само коментари, ширини на колони, нумеричко форматирање, формули и друго (слика 2.20).



Сл. 2.20



1. На кој начин се копираат податоците во **Excel** со наредба а како тоа се прави со глумчето?
2. За што се користи опцијата **Auto Fill**?



Вежби:

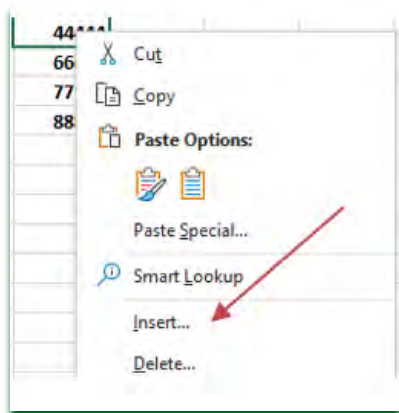
1. Во ќелијата **C3** да се внесе формула за Омов закон, потоа формулата да се копира во ќелиите **C4** и **C5**. Добиената табела да се копира во опсегот ќелии **E2:G5**.

	A	B	C	D
1				
2	U	I	R	
3	12 V	0,5 A		
4	15 V	0,3 A		
5	24 V	0,4 A		
6				

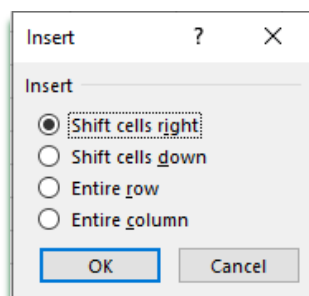
2.5 Вметнување ќелии

Често пати се јавува потреба да се вметнат дополнителни редици и колони за внесување на податоци кои не биле внесени на почетокот. Со кликување на менито **Insert** се отвара паѓачко мени кое содржи неколку опции, односно на кое може да се избере дали ќе се вметне дополнителен ред, колона, ќелија и сл.

Вметнување ќелии во **Excel** се прави со притискање на десното копче на глумчето врз ќелијата каде што треба да се вметне нова ќелија. Од паѓачкото мени се избира опцијата **Insert** (слика 2.21), при што се отвара ново мени (слика 2.22).



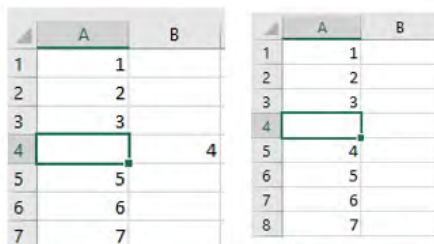
Сл. 2.21



Сл. 2.22

Од новото мени **Insert** за вметнување на нова ќелија има две опции. Едната опција е да се премести податокот од селектираната ќелија на десно, а втората опција е да се премести податокот надолу.

Доколку се избере опцијата за преместување во десно, **Shift cells right**, тогаш податоците од селектираната ќелија (**A4**) се преместуваат десно (**B4**) а на тоа место се добива вметната нова ќелија без податоци (слика 2.23 а).



Сл. 2.23 а)

Сл. 2.23 б)

Доколку се избере опцијата за преместување надолу, **Shift cells down**, тогаш податоците од селектираната ќелија (**A4**) се преместуваат надолу (**A5**) а на тоа место се добива вметната нова ќелија без податоци (слика 2.23 б).

Другите две опции од ова мени се за вметнување на колона или ред.

Можноста за вметнување ќелија (колона или ред) овозможуваат автоматско поместување на податоците при креирање табели.



1. На кој начин се вметнуваат ќелии во Excel табела?

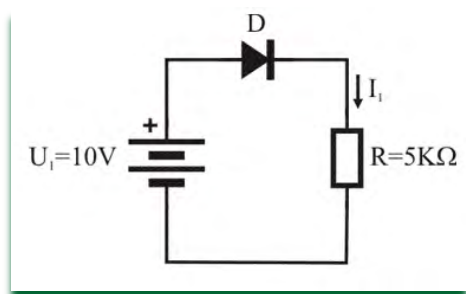
2. За што се користи опцијата **Shift cells right**?

3. За што се користи опцијата **Shift cells down**?



Вежби:

1. Во ќелијата **A1** внеси го твоето име. Во ќелијата **B1** внеси го твоето презиме. Меѓу ќелиите **A1** и **B1** вметни ќелија во која ќе го запишеш името на родител/старател.



2. Да се пресмета вредноста на струјата I_1 во колото со отпорник R и идеална диода D .

	A	B	C
1	U1 (V)	R (kΩ)	
2	10	5	
3			

Меѓу ќелиите **A2** и **B2** да се вметне ќелија во која ќе се запише формула со која ќе се пресмета струјата I_1 во колото. Да се споредат пресметаната вредност со вредноста во ќелијата **B2**.

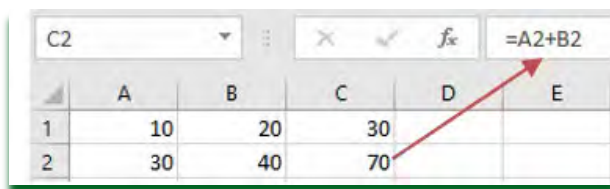
2.6 Копирање и преместување формули

Една од главните карактеристики на **Microsoft Excel** е можноста да се работи со формули. Ова во голема мерка ја поедноставува и забрзува постапката за пресметување на вкупните резултати и прикажување на посакуваните податоци. Оваа алатка е еден вид карактеристика на апликацијата. Наједноставните формули во **Microsoft Excel** се изрази на аритметички операции помеѓу податоците лоцирани во ќелии.

Копирањето на формула може да се направи на неколку начини, со командите копирај **Copy**, односно вметни **Paste**, кои може да се изберат директно од стандардната лента, потоа со десен клик на ќелијата која сакаме да ја копираме (како што е претходно опишано), или со комбинација на копчињата **Ctrl+C** од тастатурата, односно **Ctrl+V**. Исто така може да се користи и опцијата **Auto Fill**, односно едноставно повлекување на покажувачот.

Кога се копира ќелија во која има формула, во друга ќелија, не се копира вредноста на ќелијата туку се копира самата формула. Покрај тоа, формулата ќе се промени директно, односно ќе ги има податоците од другите ќелии.

На пример, ако е зададена формула во ќелијата **C1** (**C1=A1+B1**), со копирање на формулата во ќелијата **C2**, формулата автоматски се менува притоа ќе биде еднаква на "**=A2+B2**". Програмата Excel автоматски ги прилагодува адресите на ќелиите во однос на новата положба на формулата.



	A	B	C	D	E
1	10	20	30		
2	30	40	70		

Сл. 2.24

За да се премести формула во **Excel**, од една во друга ќелија тогаш се користи опцијата **Cut**. Оваа опција може да се избере директно од стандардната лента со алатки, со десен клик на ќелијата која сакаме да ја копираме, или едноставно може да се

	A	B	C	D	E
1	10	20			30
2	30	40	70		
3	50	60	110		
4	70	80	150		
5					

Сл. 2.25

користи командата од тастатурата (**Ctrl+X**) и потоа командата (**Ctrl+V**).

Преместената формула ќе ги има истите вредности како во ќелијата од каде што е пренесена формулата (слика 2.25).

Треба да се напомене дека формулите не мора да се копираат и преместуваат во соседни ќелии или во истата табела. Тие можат да бидат преместени во друга табела, па дури и на друг лист на документот. Програмата сепак правилно ќе го пресмета резултатот.



1. На кој начин се копираат табели во Excel табела?
2. Која е разликата помеѓу копирање и преместување формули во Excel табела?



Вежби:

1. Да се напише формула во ќелијата **A3** потоа да се копира во ќелијата **B2** и да се премести во ќелијата **A2**.



- ✓ Од менито **Insert** за вметнување на нова ќелија има две опции: едната опција е да се премести податокот од селектираната ќелија на десно, а втората опција е да се премести податокот надолу.
- ✓ Кога се копира ќелија во која има формула, во друга ќелија, не се копира вредноста на ќелијата туку се копира самата формулата.
- ✓ Преместената формула ќе ги има истите вредности како во ќелијата од каде што е пренесена формулата.

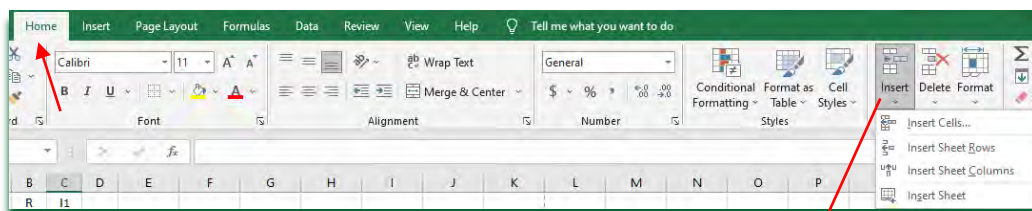
2.7 Бришење и внесување колони и редици

Кога се работи со табели во **Excel**, често, по направената табела, се јавува потреба да се вметнат нови колони и редици во табелата или да се избришат непотребните. **Excel** овозможува да се вметнат нови редици и колони во табелата, додека нивниот вкупен број не се менува и останува фиксен. На пример, новата колона ќе се вметне лево од колоната во која е поставен покажувачот ова ќе предизвика другите колони да се префрлат надесно. Доколку сите колони од работниот лист се пополнети, со додавање колона последната ќе биде избришана.

За вметнување нов ред најпрво се обележува редот на линијата над која треба да се вметне нов ред. На пример, ако сакаме да вметнеме нов ред помеѓу редиците 2 и 3, се избира редот 3. Новиот ред ќе се вметне пред редот во која е поставен покажувачот. Останатите редици се поместуваат надолу.

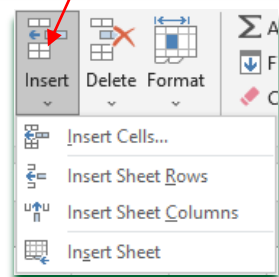
Потоа се кликува на командата вметни **Insert**, која може да се повика на два начина.

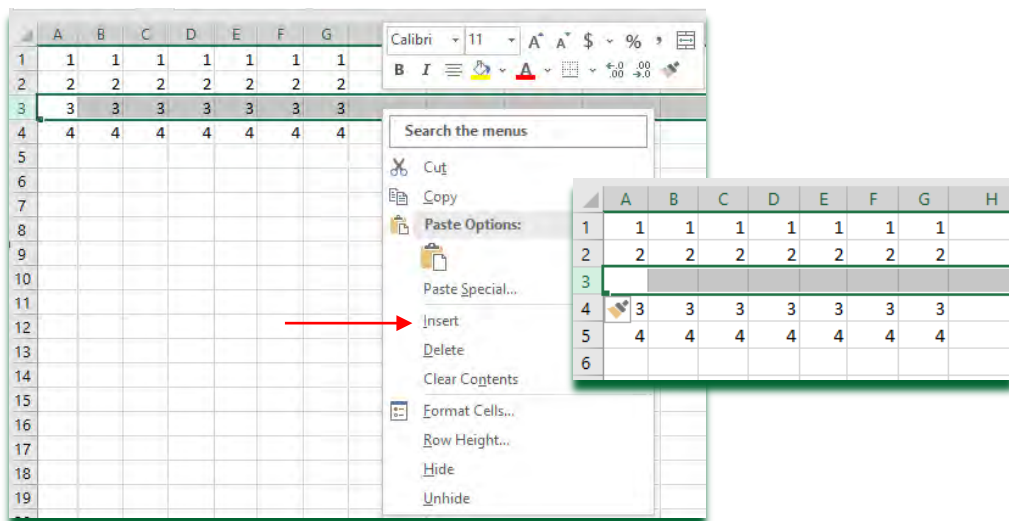
Може да се повика од стандардната лента од менито **Home**, со клик на подменито **Insert** каде од паѓачкото мени се одбира **Insert Sheet Rows** (слика 2.26).



Сл. 2.26

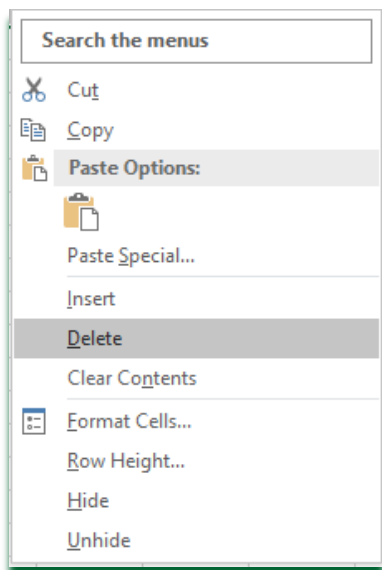
Вториот начин е следниот, откако ќе се обележи редот над кој треба да се вметне новиот ред, со десен клик на истиот се добива паѓачко мени од каде се избира опцијата **Insert** (слика 2.27).





Сл. 2.27

Постапката за вметнување нова колона е иста како постапката за вметнување на нов ред, со тоа што кога се користи постапката за избор од стандардната лента, тогаш од паѓачкото мени се избира **Insert Sheet Columns**.



За да се избрише ред или колона, најпрво се селектира редот или колоната што сакаме да го избришеме селектирајќи го неговиот број односно неговата буква, соодветно.

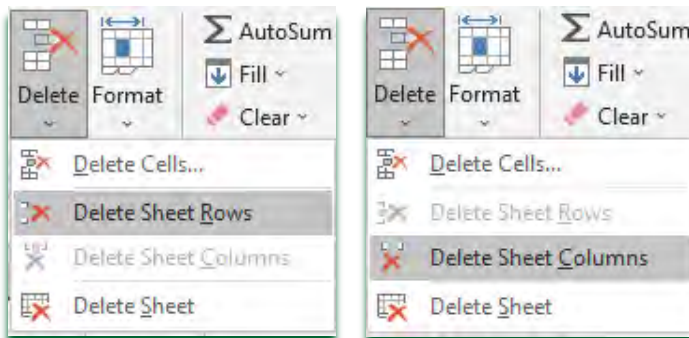
Потоа со десен клик од глумчето се означува редот, односно колоната и од паѓачкото мени се избира командата избриши **Delete** (слика 2.28). По бришењето, бројот на редиците и буквите на колоните се нагудуваат автоматски.

Сл. 2.28

Исто така бришење на колони и редици може да се направи од стандардната лента од менито **Home**, со избор на подменито избриши **Delete** каде од паѓачкото мени се одбира **Delete Sheet**

2. Работа со документи во Microsoft Excel

Rows односно **Delete Sheet Columns** соодветно во зависност од тоа дали се брише ред или колона (слика 2.29).



Сл. 2.29



1. На кој начин се вметнуваат колони во Excel табела?
2. На кој начин се вметнуваат редици во Excel табела?



Вежби:

1. Да се пополни табела во која сите ученици од паралелката, според азбучен ред, се запишуваат во редици. Да се вметне новиот ученик во табелата. Во колоните да се запишат наставните предмети кои се изучуваат. Да се вметне изборниот предмет на новиот ученик.



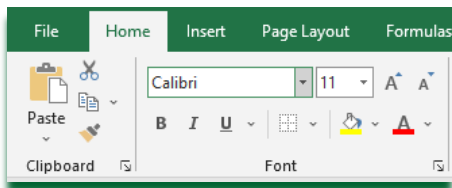
Запомни!

- ✓ Новата колона ќе се вметне лево од колоната во која е поставен покажувачот, ова ќе предизвика другите колони да се префрлат надесно.
- ✓ Новиот ред ќе се вметне пред редот во кој е поставен покажувачот. Останатите редици се поместуваат надолу.

2.8 Обликување табели, колони и редици

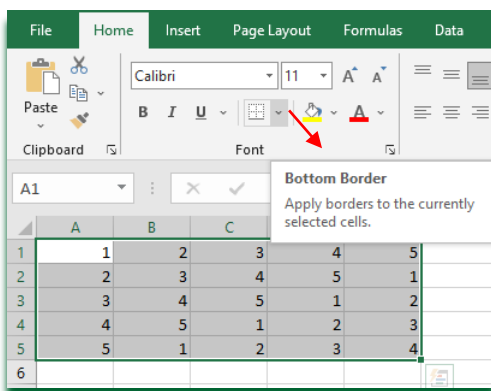
Под обликување на табела во работната тетратка се подразбира форматирање на поедини ќелии, редици, колони или подрачја по ширина, висина, боја или фонт.

Исто така при обликување на табели може да се користат некои од алатките кои ги нуди **Excel**, како што е избор на граници на табелата, стил и големина на фонтовите, боја на ќелиите, боја на текстот во ќелиите и сл. Промените може да се изведат пред внесување на податоците во ќелијата но можат да се извршат и на внесен текст во ќелија.



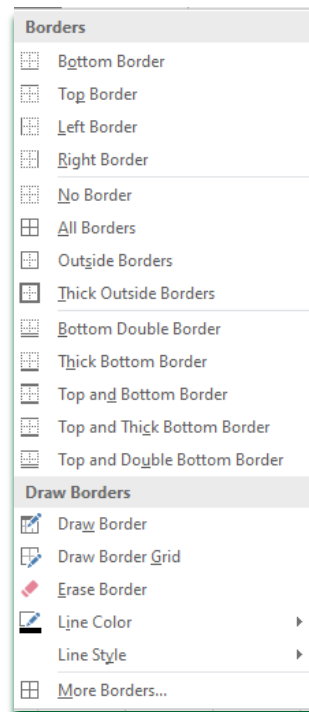
Сето ова може да се направи и ако се пристапи од стандардната лента за алатки во подменито **Font** од менито **Home**.

Внесените податоци во ќелиите се селектираат и се обликува табела во подменито **Font** преку опцијата **Bottom Border** (слика 2.30).



Сл. 2.30

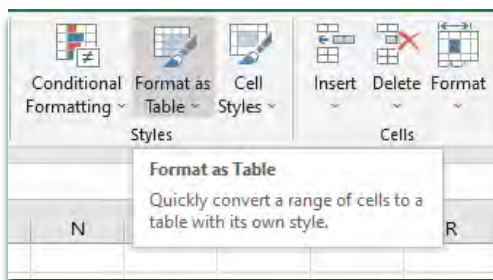
Се отвора прозорец со избор на гранични линии за обликување на табелата однадвор и гранични линии за обликување на колоните и редиците во табелата.



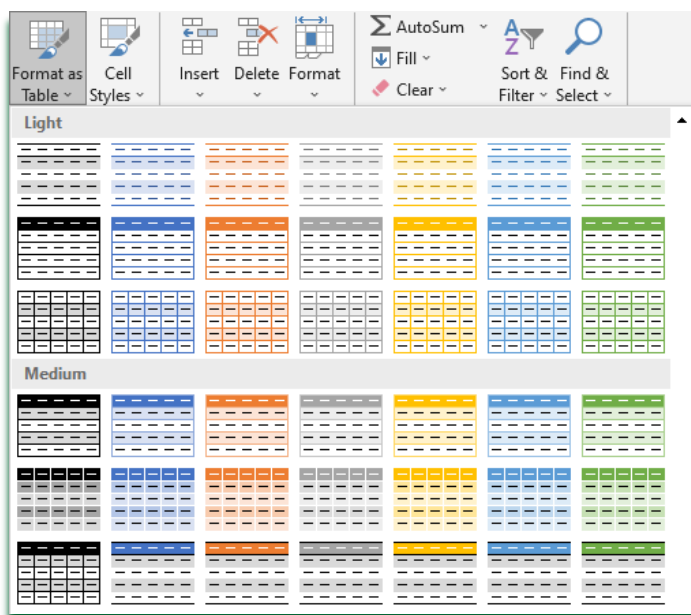
Сл. 2.31

2. Работа со документи во Microsoft Excel

Во вториот начин на форматирање на внесените податоци во табела се пристапува од стандардната лента за алатки во подменито **Styles** од менито **Home**. Се избира опцијата за форматирање како табела **Format as Table** (слика 2.32). Притоа се отвора нов прозорец во кој може да се избере дизајнот на табелата (слика 2.33).

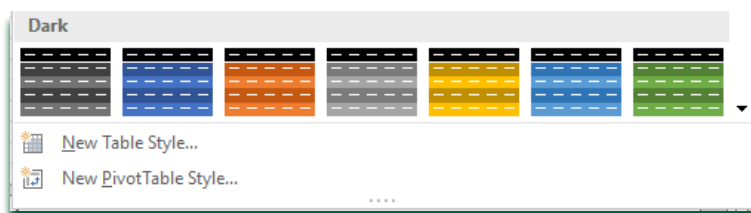


Сл. 2.32



Сл. 2.33

Доколку изборот од понудените дизајни не одговара, на дното од листата се наоѓа опција за креирање нов дизајн **New Table Style** (слика 2.34).

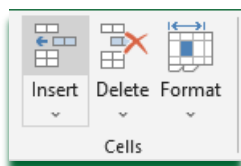


Сл. 2.34

2.9 Форматирање колони и редици

Со одредување на ширината на колоната/редот всушност се одредува колку ќе бидат широки/високи сите ќелии во неа. Менувањето на ширината е неопходно, бидејќи **Excel** не го прикажува текстот ако е подолг од ќелијата. Во случај кога податокот, за чие прикажување нема место, е број, програмата пријавува грешка на тој начин што ја пополнува ќелијата со ознаката: **####**. Штом ќе се прошири ќелијата, оваа ознака се губи, и се појавува внесениот број.

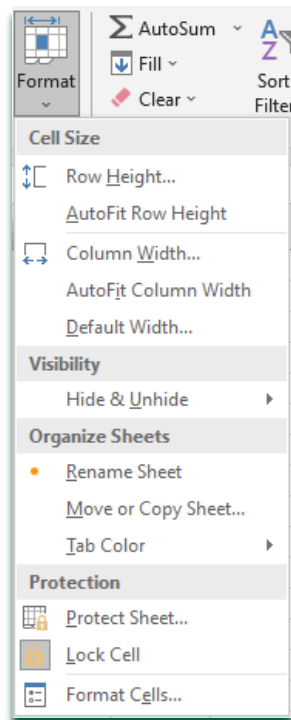
Прецизно одредување на ширините на колоните и висините на редиците е овозможено преку дијалог прозорци.



Промена на ширина на колона и висина на редот се извршува со опцијата **Format** преку подменито **Cells** од стандардното мени **Home**. Притоа се отвора паѓачко мени (слика 2.35).

Форматирање на колони и редици се врши преку опциите **Row Height** за редици односно **Column Width** за колони.

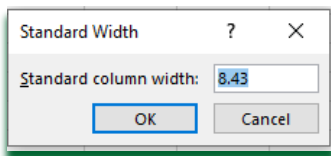
Пред да се измени колоната, мора истата најнапред да се селектира со поставување на покажувачот на нејзината ознака (пример колона A), потоа се избира **Column Width**, со што се отвора нов прозорец во кој може да се внесе ширината на колоната која одговара на податоците внесени во ќелијата. Во дијалогот кој се отвора може да се внесе број на знаци меѓу 1 и 255. Бројот се однесува на количината на знаци од стандардната реченица од знаци, кои во овој случај можат да се внесат, односно да се прикажат на самата ќелија.



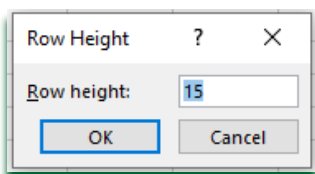
Сл. 2.35

2. Работа со документи во Microsoft Excel

Доколку се одбере опцијата **AutoFit Column Width** – селектираниот дел од табелата се подесува на оптимална ширина. Ако се селектира само една ќелија, тогаш целата колона се нагодува на оптимална ширина од селектираната ќелија.



Во **Default Width/Standard Width** – ширината на една колона е нагодена на стандардна ширина. Се препорачува стандардна ширина од 8,43 знаци.



Многу поретко треба да се менува висината на една ќелија, бидејќи **Excel** автоматски ја спроведува потребната измена на висината на редот. Доколку сепак треба да се измени висината на редот, тогаш начинот на постапување одговара на измената на ширината на колоната, се селектираат саканите редици на табелата и преку менито **Format>Row Height** се прават потребните измени. Стандардната големина на висината на редот е 15 знаци.

За произволно менување на ширината на колоните/редиците потребно е покажувачот на глумчето да се постави на границата помеѓу ознаките на колоните/редиците. Тој се трансформира во цртичка со две стрелки. Се употребува десната граница од насловот на колоната за да се приспособи ширината на колоните односно долната граница од насловот на редот за да се приспособи висината на редот. Со повлекување на границата се приспособува потребната големина.

Со двоен клик на левото копче на глумчето, ширината/висината на колоната/редот автоматски ќе се прилагоди според најдолгата/највисоката содржина од ќелиите. За менување на ширината/висината на повеќе колони/редици одеднаш, тие треба да се селектираат заедно.



1. Која е постапката за форматирање редици односно колони во **Excel** табела?
2. Што се нагудува со опцијата **AutoFit Column Width** во **Excel** табела?
3. Опиши ја постапката за произволно менување на ширината на колоните и висината на редиците.

**Вежби:**

1. Во работна книга да се форматира ширината на колоната C во 10 знаци и да се промени висината на редот број 3 од стандардна во 20 знаци.
2. Во работна книга да се форматира табела во која ќе се внесат наставните предмети во трета година од квалификацијата електротехничар енергетичар притоа ширината на колоните произволно да се менува.
3. Во формираната табела од вежба 2, да се додаде еден ред во која ќе ги запишеш своите оценки.
4. Во табелата од вежба 3, да се додаде колона во која ќе ја запишеш формулата за пресметување на твојот среден успех.



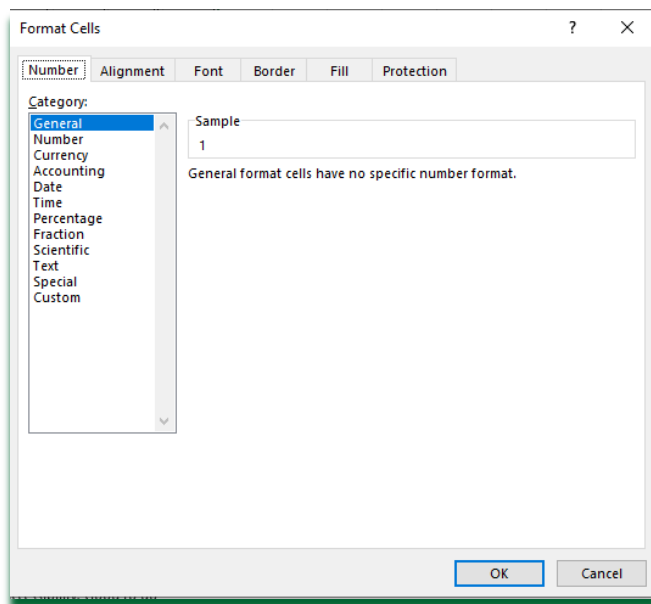
- ✓ **Внесените податоци во ќелиите се селектираат и се обликува табела во подменито Font преку опцијата Bottom Border.**
- ✓ **Форматирање на колони и редици се врши преку опциите Row Height за редици односно Column Width за колони.**
- ✓ **За менување на ширината/висината на повеќе колони/редици одеднаш, тие треба да се селектираат заедно.**

2.10 Позиционирање податоци во ќелија

Покрај содржината, секоја ќелија се карактеризира со формат кој има за цел да истакне некои од неговите карактеристики. На пример, заглавието на табелата треба да биде означено, или со различен фонт, стил на фонт или со боја на позадината; редиците би можеле да бидат обоени поинаку, за подобра видливост; броевите би можеле да имаат одреден број на децимали, текстот во ќелијата да биде позициониран на одреден дел од ќелијата и сл. Сето ова привлекува внимание на одредени делови и ја олеснува прегледноста и разбирањето на содржината.

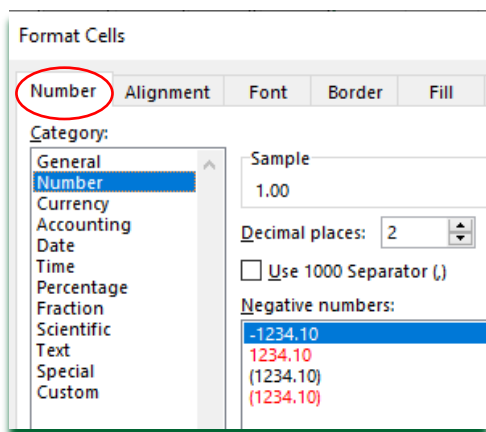
По правило броевите што ги запишуваме се порамнуваат на десната страна на ќелијата а текстот на левата страна од ќелијата. Меѓутоа постојат и други начини за позиционирање на податоците во една ќелија, на повеќе ќелии заедно или пак на сите ќелии од табелата што ја обработуваме.

Внесените податоци може лесно да се форматираат, односно да се менува нивниот изглед и форма во ќелијата. Тоа се прави со означување на ќелијата/ќелиите кои треба да се форматираат и потоа, со притискање на десното копче на глумчето се одбира **Format Cells**. Со оваа наредба се активира прозорец во кој може да се форматираат броеви, подредување, фонт, граници, текстура како и да се заштитат ќелиите (слика 2.36).



Сл. 2.36

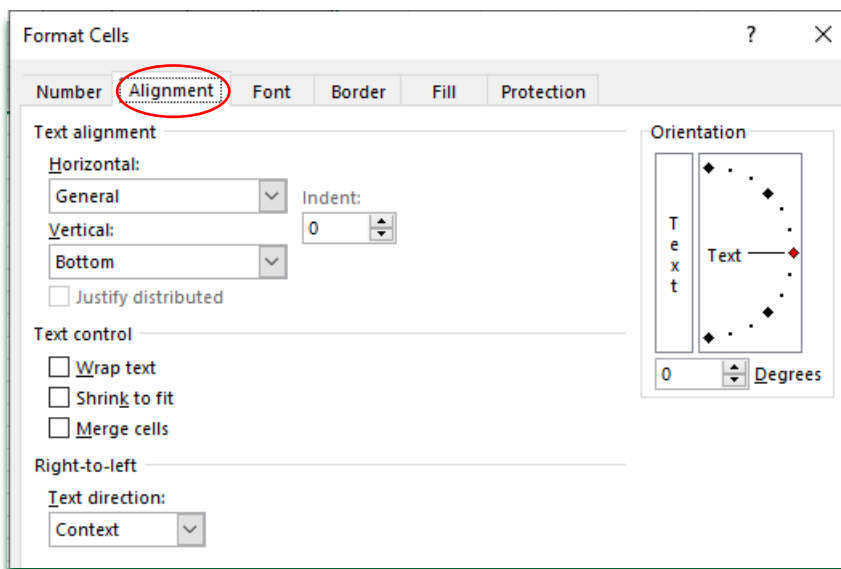
До истиот прозорец може да се дојде и преку скратен пат со комбинација на копчињата **Ctrl+1** од глумчето, по означување на ќелијата која се форматира.



Со притискање на полето број (**Number**) внесениот број може да се форматира. Понудени се повеќе можности, односно бројот може да се претстави со одреден број децимални места, може да се претстави како датум или како валута и слично.

Сл. 2.37

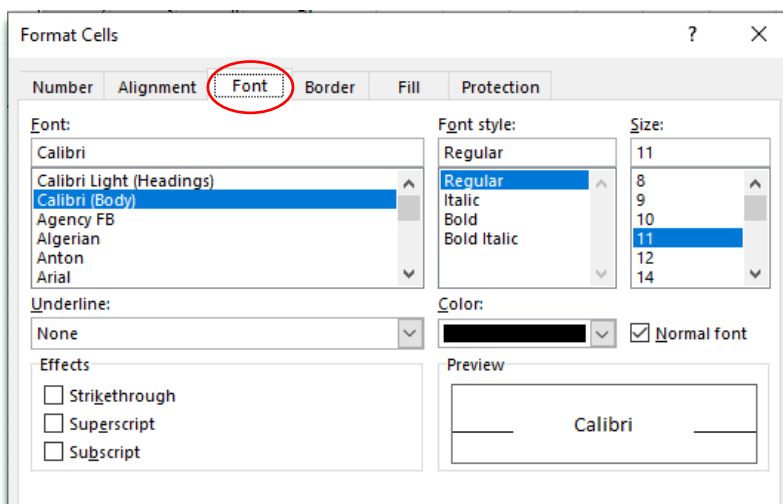
Следното поле (**Alignment**) овозможува позиционирање на внесените податоци. Понудени се повеќе можности меѓу кои поставеност на текстот во ќелијата (лево-**Left**, десно-**Right**, во средина-**Center**, порамнето од двете страни-**Justify**, горе-**Top**, долу-**Bottom**), негово сместување во некој дел од ќелијата, автоматско нагудување на димензиите на ќелиите според внесениот текст (**Wrap text**) и слично.



Сл. 2.38

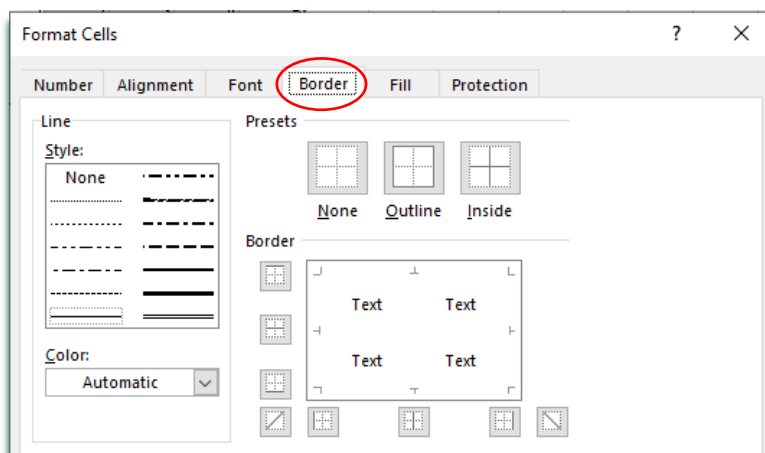
2. Работа со документи во Microsoft Excel

Со притискање на полето за фонтови (**Font**) може да се избере фонтоот, големината на буквите стилот на буквите како и некои ефекти (слика 2.39).



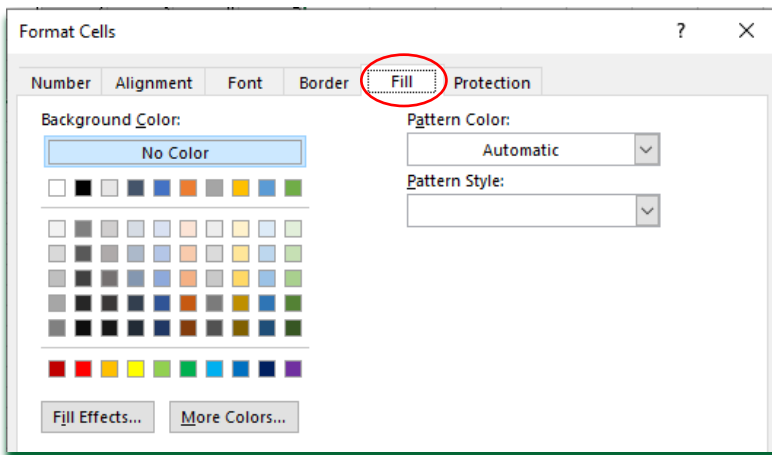
Сл. 2.39

Изборот на форми на рамки/гранични линии на ќелиите се врши со избор на некоја од понудените опции на полето граница (**Border**), на претходно селектираните ќелии (слика 2.40).



Сл. 2.40

Позадината на секоја ќелија може да се бои, со избор од палета на бои, или да добие некаква текстура со избор на понудените опции кои се наоѓаат во полето **Fill**.



Сл. 2.41

Последното поле (**Protection**) ги содржи опциите за заштита на ќелиите, но тие функционираат само ако е веќе активирана заштитата на работниот лист.



1. Со која наредба се форматираат податоците во ќелија во **Excel** табела?
2. Со која опција од **Format Cells** прозорецот се додава позадина на ќелија во **Excel** табела?
3. Опиши ја постапката за форматирање податок кој во ќелија треба да биде поставен вертикално.



Вежби:

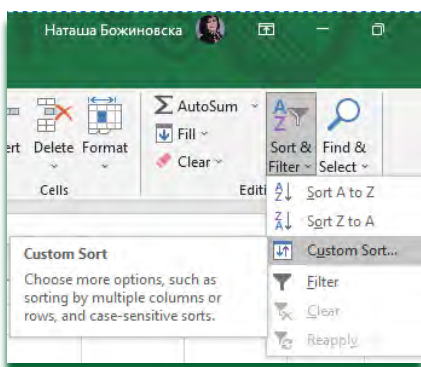
1. Да се креира табела според дадената слика. Да се селектира насловот на табелата и да се примени опцијата **Wrap text**. Големината на фонтот на насловот „име и презиме“ да се

	A	B	C	D	E	F
1						
2		име и презиме				
3		Илија			Митов	
4		Екрем	Јанева			
5			Васик	Елена		
6		Селими			Искра	
7						

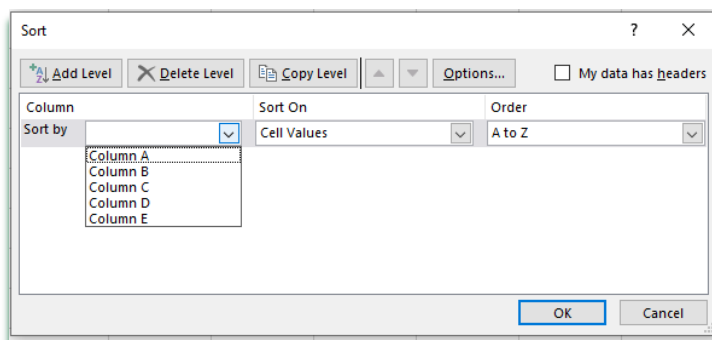
постави на 14. Останатите податоци да се со големина на фонт 11. На ќелиите **B4**, **C6**, **D6** и **E4** да се стави рамка. Ќелиите и податоците да се обојат според сликата.

2.11 Сортирање податоци

Сортирањето на податоците е составен дел од анализата на податоците. Со сортирање податоците се подредуваат според некој критериум. На пример, подредување на список со имиња по азбучен ред, составување листа на количина на залихи на производи од најголема до најмала или да се наредат редиците по боја. Сортирањето на податоците овозможува добра визуелизација, подобро организирање и побрзо пронаоѓање на потребните податоци. На овој начин податоците во табелата стануваат попрегледни. Податоците можат да се сортираат по азбучен редослед од A до Z или обратно, за текстуални податоци, од најголем до најмал или обратно, за нумерички податоци, од најстар до најнов или обратно, за датуми, а може да се креира и прилагоден критериум.



Со избор на полето **Sort&Filter** од лентата за форматирање **Editing**, се добива паѓачко мени од каде се избира опцијата **Custom Sort...** Притоа се отвора нов прозорец каде може да се избере критериум по кој ќе се врши сортирањето на податоците од табелата (слика 2.42).



Слика 2.42

Во паѓачката листа **Sort by** се избира наслов на колона во која се врши сортирање.

Во паѓачката листа **Order** се избира начинот на сортирање:



- растечки (**A to Z** за текстуални или **Smallest to Largest** за нумерички податоци) или



- опаѓачки (**Z to A** за текстуални или **Largest to Smallest** за нумерички податоци) редослед.

Ако табела со податоци има наслови на колони тие не треба да бидат сортирани, па полето **My data has headers** треба да биде потврдено, потоа се избира наслов на колона и се поставуваат критериуми. Кога ќе се постават критериуми за сортирање се кликува на копчето **OK**. Критериумот се брише со кликување на копчето **Delete Level**.

Во табелата на слика 2.43 а) се дадени податоци за оправдани, неоправдани и вкупен број на изостаноци на 10 ученика. Пример за сортирање податоци според колоната „Вкупно изостаноци“, почнувајќи од најмал до најголем број, е даден на слика 2.43 б).

ред. бр.	име на ученикот	оправдани	неоправдани	вкупно
1	Марко А.	33	3	36
2	Ангел Б.	8	/	8
3	Крумислав Б.	4	1	5
4	Самуил В.	58	6	64
5	Марија В.	10	1	11
6	Мелик В.	35	5	40
7	Ристе Г.	34	1	35
8	Александра Д.	16	2	18
9	Ангела Д.	7	3	10
10	Владимир Г.	31	3	34

а)

ред. бр.	име на ученикот	оправдани	неоправдани	вкупно
3	Крумислав Б.	4	1	5
2	Ангел Б.	8	/	8
9	Ангела Д.	7	3	10
5	Марија В.	10	1	11
8	Александра Д.	16	2	18
10	Владимир Г.	31	3	34
7	Ристе Г.	34	1	35
1	Марко А.	33	3	36
6	Мелик В.	35	5	40
4	Самуил В.	58	6	64

б)

Сл. 2.43

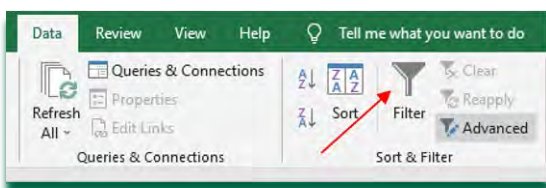


Клучни зборови: **Сортирање податоци**

2.12 Автоматско филтрирање податоци

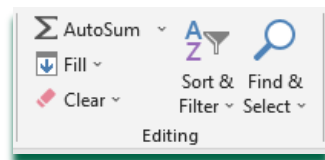
Вградениот филтер на **Microsoft Excel** го олеснува наоѓањето податоци од листа кои исполнуваат одреден услов, на пример, сите ученици од машки пол, сите ученици родени 2006 година, сите одлични ученици и слично од базата на ученици од училиштето. Филтрирање, всушност, значи прикажување само на одредени податоци додека други податоци кои не го исполнуваат условот се сокриени.

За да се вклучи филтерот на податоци, се клика на која било



ќелија во табелата и од менито **Data** се кликува на подменито **Filter** кое се наоѓа во алатникот сортирање и филтрирање „**Sort&Filter**“.

Филтерот може да се вклучи и од менито **Home**, каде во алатникот за уредување „**Editing**“ се кликува на менито „**Sort&Filter**“. Се отвора паѓачко мени во кое се одбира „**Filter**“.



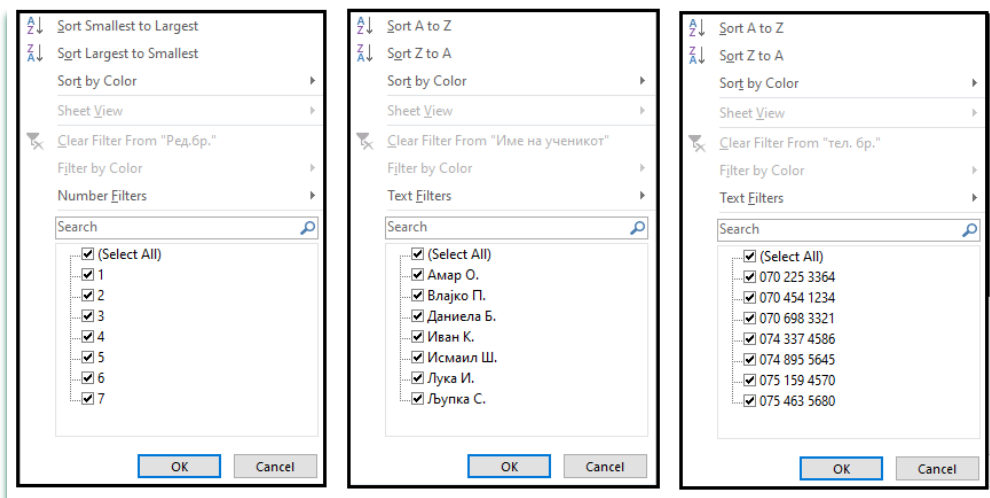
Ред.бр.	Име на ученикот	тел. бр.
1	Даниела Б.	070 225 3364
2	Лука И.	074 895 5645
3	Иван К.	070 454 1234
4	Амар О.	075 159 4570
5	Влајко П.	074 337 4586
6	Љупка С.	075 463 5680
7	Исмаил Ш.	070 698 3321

Сл. 2.44

Со вклучување на филтерот во секоја ќелија од табелата се појавуваат икони, во форма на квадрати со стрелки впишани во нив, посочувајќи надолу.

Со клик на стрелката во колоната, чија вредност сакаме да ја филтрираме, се отвора листа во која се прикажани сите вредности кои постојат во колоната кои може да се потврдат или да се отфрлат оние вредности што треба да се сокријат. Филтрирањето завршува со клик на копчето „**OK**“.

На слика 2.45 се прикажани трите менија отворени со клик на иконите во секоја од колоните, редоследно.



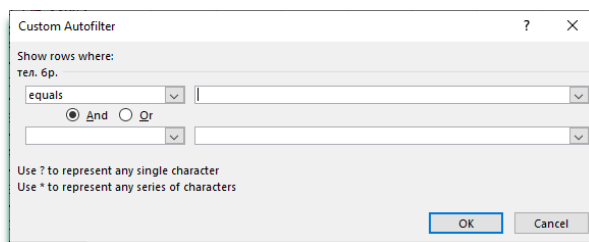
Сл. 2.45

За поставање на дополнителен услов се избира филтер (за текст, за броеви, за датум) од дополнителната листа се бира соодветен оператор со кој се довршува поставување на условот. Така на пример, во колоната со телефонски броеви може да се филтрираат телефонските броеви од одреден оператор (броеви кои започнуваат со ...).

Автоматскиот филтер може да ги филтрира податоците во колоната одеднаш со две вредности со овозможен режим „**And**“.

Со елиминирање на непотребните вредности во колоната и користење дополнителни параметри со сопствен автоматски филтер (**Custom Auto filter**), може да се изберат било кои две вредности во колоната во соодветните полиња и да се применат следните параметри:

- ❖ еднакво на...
- ❖ не е еднакво...
- ❖ поголемо...



Сл. 2.46

2. Работа со документи во Microsoft Excel

- ❖ помало...
- ❖ поголемо или еднакво...
- ❖ помало или еднакво на...
- ❖ започнува со...
- ❖ не започнува со...
- ❖ завршува...
- ❖ не завршува...
- ❖ содржи...
- ❖ не содржи...

Можат да се постават повеќе филтри на различни колони. За да се отстрани филтер и повторно да се прикажат сите податоци, се кликува на подменито **Filter** во менито **Data**. Со исклучување на филтерот стрелките во ќелиите се губат.



1. Во која листа се избира начинот на сортирање податоци во **Excel** табела?
2. Како се вклучува филтерот на податоци во **Excel** табела?
3. Опиши ја постапката за исклучување на автоматскиот филтер.



Вежби:

1. Да се креира табела со податоци за ученици од паралелка. Да се филтрираат податоците според полот, место на раѓање и успехот на учениците.



- ✓ При сортирање податоците се подредуваат според некој критериум.
- ✓ Вградениот филтер на **Microsoft Excel** го олеснува наоѓањето податоци од листа кои исполнуваат одреден услов.

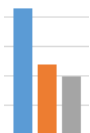
2.13 Графикон

Графиконите овозможуваат графички приказ на податоците. Постојат различни видови графикони во кои што вредностите или точките се прикажани како столбови, линии, ознаки, области или парчиња пита. Овие точки на графиконот се групирани во серии кои што се препознаваат според единствените бои или шари. Видот на графиконот што ќе се употреби, зависи од видот на податоците што ќе се претставуваат со него. Вметнување на графикон во документ дава визуелна прегледност и ги прави податоците појасни, поинтересни и многу полесни за разгледување и разбирање. Тие исто така овозможуваат да се направи споредба меѓу повеќе групи податоци.

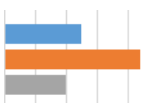
Основни групи на графикони:



Пита (Pie) графикони се употребуваат за да се прикаже врската помеѓу деловите од целината.



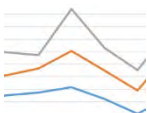
Вертикални столбови (Column) се употребуваат за да се истакнат разликите меѓу две или повеќе вредности.



Хоризонтални ленти (Bar) се употребуваат за споредување вредности во даден момент од времето.



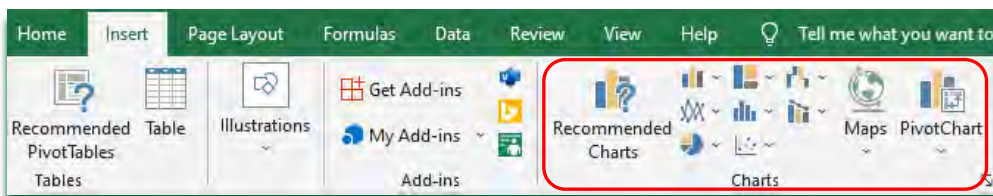
Области (Area) се употребуваат за да се истакнат количествата на промени на вредностите во однос на време.



Линии (Line) се употребуваат за да се истакнат трендовите и разликите на вредностите во однос на време.

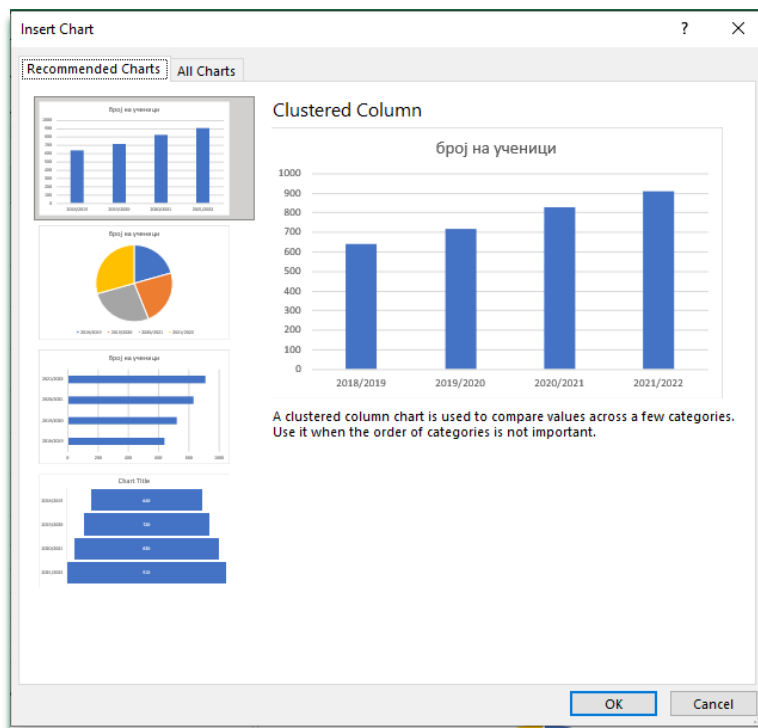
2.14 Креирање графикон

Алатката за графичко претставување на податоците се повикува со клик на подменито **Charts** кој се наоѓа во менито **Insert** (сл.2.47).



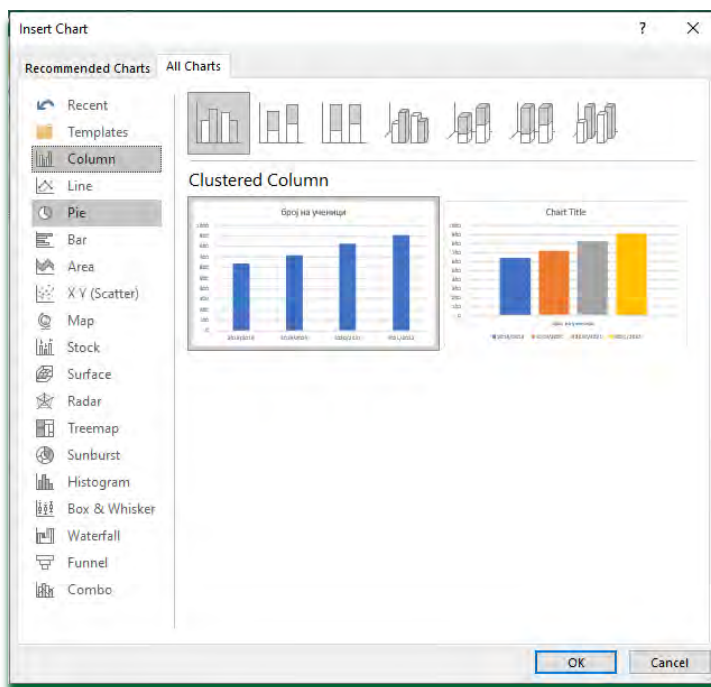
Сл. 2.47

Најпрво се избира опсег на ќелии со податоци што ќе се прикажуваат графички. Потоа, со избор на копчето **Recommended Charts** (слика 2.48) се појавува дијалог прозорец со препорачани графикони – вертикални столбови, пита, хоризонтални ленти и инка графикон.



Сл. 2.48

Доколку не е направен избор од препорачаните графикони, тогаш од листата **All Charts** (слика 2.49) се избира потребниот вид на графикон, а во десната страна еден од облиците што спаѓаат во тој вид. За поминување на следниот чекор се притиска на копчето **OK**.



Сл. 2.49

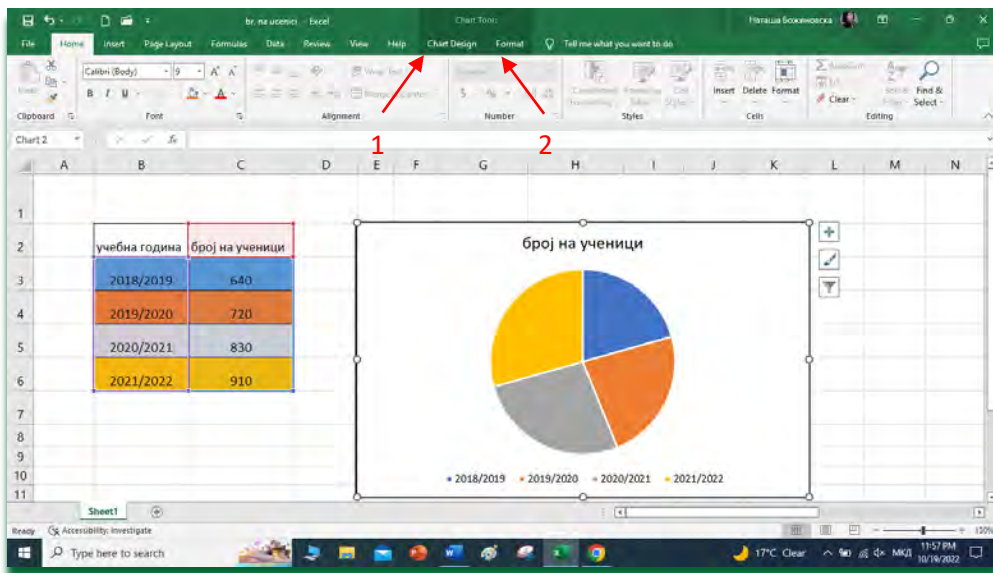
учебна година	број на ученици
2018/2019	640
2019/2020	720
2020/2021	830
2021/2022	910

Пример: За дадените податоци во табелата да се креира графикон со пита и вертикални столбови!



2. Работа со документи во Microsoft Excel

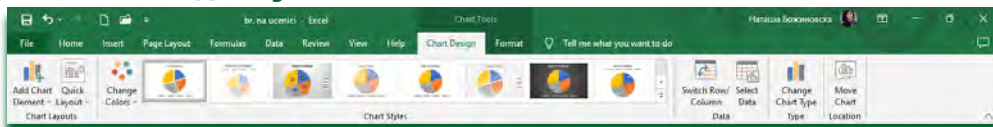
Графиконот, како објект, се прикажува на истиот работен лист каде се наоѓа и табелата со податоци (слика 2.50).



Сл. 2.50

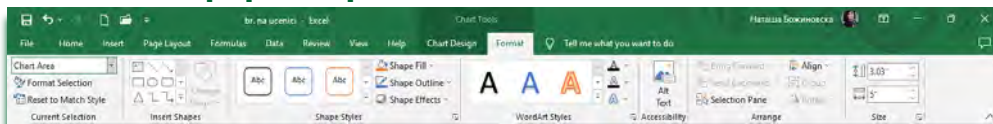
Кога графиконот е означен/селектиран (прикажани контролни точки на рамката на графикон), на лентата се активираат алатките за графикони со две менија: дизајн (**1-Chart Design**) и форматирање (**2-Format**), кои содржат команди за уредување и форматирање графикони.

X Мени за дизајн:



Во менито **Chart Tools** преку менито **Chart Design** се избира стилот на графиконот и боите, додека од истото мени се избира и менито за форматирање **Format**.

X Мени за форматирање:



Елементи на графиконот

Графиконот се состои од оски, наслови на оските, наслов на графиконот, натписи на податоци, табела со податоци, линии на мрежа и легенда. Сите елементи можат поединечно да се обликуваат, додаваат, бришат, може да се преместат или да се променат по големина. Подоцна може да се смени и типот на графиконот.

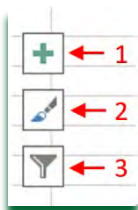


Сл.2.51

Графиконот може да се постави на било кое место на работниот лист. Насловот на графиконот може да се постави над областа на графиконот или во неговата област, може да се одредат фонтовите со кои ќе се испишат насловите и доколку е потребно да се намали или зголеми површината на која е прикажан. За да се направи било кое од наведените

нагодувања, најпрво графиконот треба да се селектира (слика 2.51). Тоа ни го покажуваат малите црни кругчиња поставени на секој агол и на средините од страните. Графиконот се селектира со притискање со глумчето врз неговата површина. Големината на графиконот се менува со повлекување на некои од овие кругчиња со глумчето. За да се помести графиконот, треба да се постави покажувачот во еден од внатрешните агли на површината и да се повлече со притиснато копче од глумчето. Фонтоот на текстот се менува со избирање од листата на фонтови. За менување на фонтовите на деловите од графиконот (насловот, легендата, оските...) треба да притисне врз нив, со што се селектираат само тие делови од графиконот. Со двојно притискање врз тие делови се отвора соодветен дијалог прозорец.

2. Работа со документи во Microsoft Excel



Со користење на копчињата: елементи на графикон (**1-Chart Elements**), стилови на графикон (**2-Style**) и филтри на графиконот (**3-Filter**), кои се наоѓаат во горниот десен агол на селектираниот графикон, може да се додадат или отстранат елементи во графиконот, може да се прилагоди неговиот изглед или да се сменат прикажаните податоци на графиконот.



графиконот?

1. Опиши ја постапката за креирање графикон.
2. Кои видови графикони според примената се достапни во Excel апликацијата?
3. Од кое мени се избира стилот и боите на графиконот?



Вежби:

1. Да се креира дадената табела за потрошувачка на електрична енергија во едно домаќинство. Врз основа на дадените податоци да се креира графикон со вертикални столбови.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2	Потрошувачка на електрична енергија во едно домаќинство (kWh)											
3	јануари	февруари	март	април	мај	јуни	јули	август	септември	октомври	ноември	декември
4	256	290	301	243	220	219	209	213	234	257	260	287
5												

Во ќелијата **M4** да се вметне функција за пресметување на годишна просечна потрошувачка на електрична енергија.



- ✓ Графикон во документ дава визуелна прегледност и ги прави податоците појасни, многу полесни за разгледување и разбирање.
- ✓ Графиконот се состои од оски, наслови на оските, наслов на графиконот, натписи на податоци, табела со податоци, линии на мрежа и легенда.

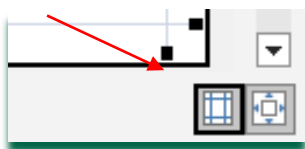
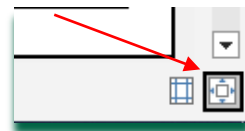
2.15 Уредување страница во работен лист

Правилното печатење на големи табели во **Excel** вклучува неколку задолжителни чекори што мора да се направат. Се користи режим на преглед на страница кој ни презентира како страната ќе изгледа кога ќе се отпечати. Со прегледот на страниците може да се воочат грешки кои може да се коригираат пред печатењето како и местото на прекршување на страницата. Печатењето на документот се врши со командата **Print** од подменито **File** или со копчињата **Ctrl+P** од тастатурата притоа се отвора прозорец како на слика 2.52.



Слика 2.52

Ако е потребен подетален преглед на содржината на документот се притиска на копчето **Zoom** кое се наоѓа во долниот десен агол.



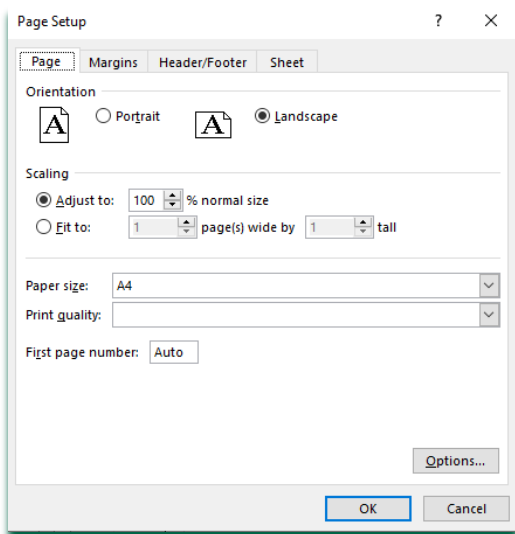
Со притискање на копчето **Show Margins**, кое се наоѓа веднаш до копчето **Zoom**, се прилагодуваат маргините/границите на документот за печатење.

2. Работа со документи во Microsoft Excel

Лево од прегледот е делот поставки за печатење (**Settings**) каде се избира начинот на печатење:

- * печатење на сите работни листови;
- * печатење на тековниот работен лист;
- * печатење избрани ќелии;
- * печатење страници по избор.

За избраните страници за печатење може да се избере и број на копии. Иницијално поставените параметри за печатење во **Excel** може да се изменат во дијалог прозорецот **Page Setup**.



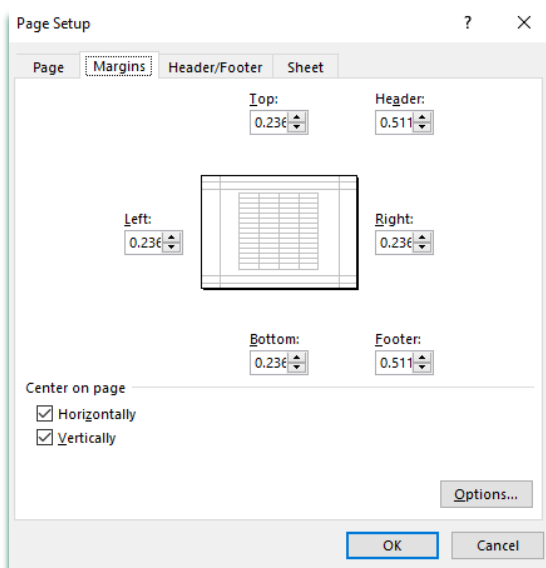
Овој прозорец го сочинуваат четири картички (слика 2.53): **Page**, **Margins**, **Header/ Footer** и **Sheet**

Во картичката **Page** се нагудува ориентацијата на документот која може да биде во вертикална положба (**Portrait**) или во хоризонтална положба-пејсаж (**Landscape**).

Сл. 2.53

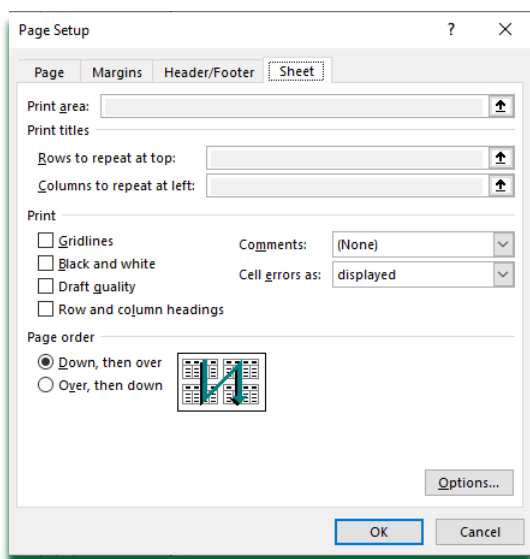
Намалување и зголемување на документот за печатење, во проценти, се врши во **Scaling** секторот додека форматот се нагудува со паѓачкото мени на **Paper size**. Бројот на првата страница иницијално е автоматски поставен но доколку е потребно може да се измени во **First page number** прозорецот.

Сл. 2.54



Во картичката **Margins** се одредуваат горната, долната, левата и десна маргина/граница (слика 2.54), односно оддалеченоста на работ на текстот од работ на документот. Исто така документот се центрира и се прилагодуваат и хедерот и футерот.

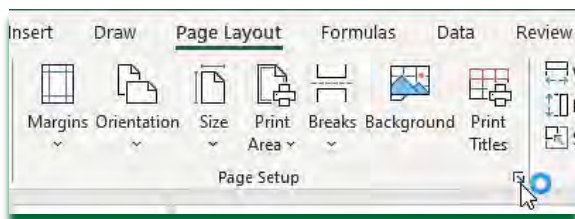
Во картичката **Header/Footer** може да се избере некој од понудените текстови или да се внесе нов текст користејќи ја опцијата **Custom**. Заглавјето (**Header**) се поставува во горниот дел, додека подножјето (**Footer**) во долниот дел од страницата. Поставените **Header/Footer** се повторуваат на секоја страница од работната тетратка. Најчесто се внесува: име, автор, лого, адреса, датум, време, број на страница и др.



Сл. 2.55

да се видливи. Стандардно, не се видливи. Опцијата црно и бело (**Black and white**) е стандардно исклучена. Ова треба да биде овозможено ако на корисникот му треба отпечатокот во црно-бело.

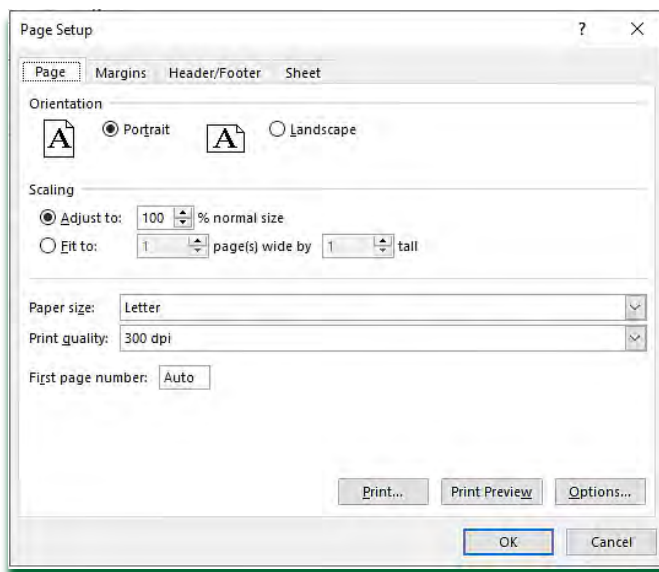
Во картичката **Sheet**, во **Print Area** е дефинирана областа за печатење (слика 2.55). Може да се избере одреден дел од страницата и соодветно да се испечати. Опцијата за печатење **Print Tiles** овозможува додавање редици и колони како заеднички за сите активни листови. Во **Print** се избира бојата и резолуцијата на печатениот лист. Мрежните линии (**Gridlines**) се користат за печатење на линиите на мрежата доколку е потребно



Друг начин на уредување страница во работен лист е со избор на опцијата **Page Layout** од лентата со алатки.

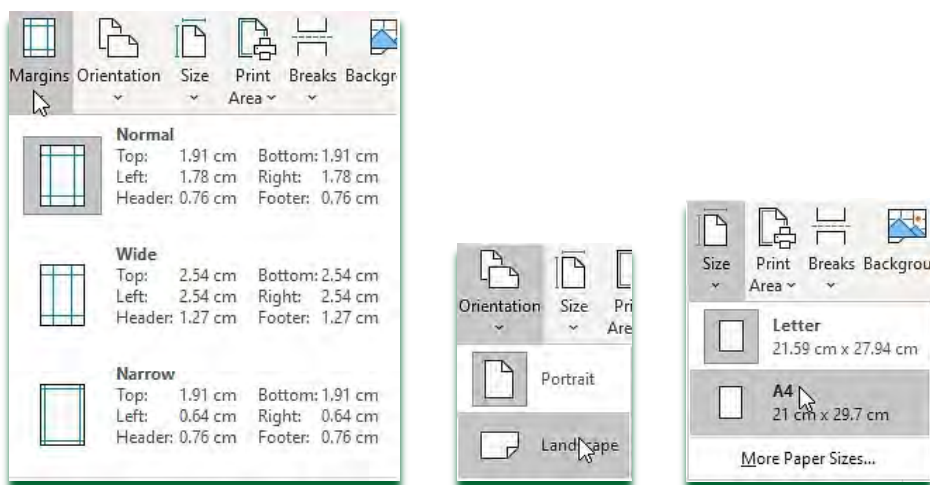
2. Работа со документи во Microsoft Excel

Прозорецот **Page Setup** се отвора со клик на стрелката во десниот долен дел од лентата. Во дијалог прозорецот **Page Setup** повторно се поставува ориентацијата, форматот, маргините, хедерот и футерот како што е претходно опишано.



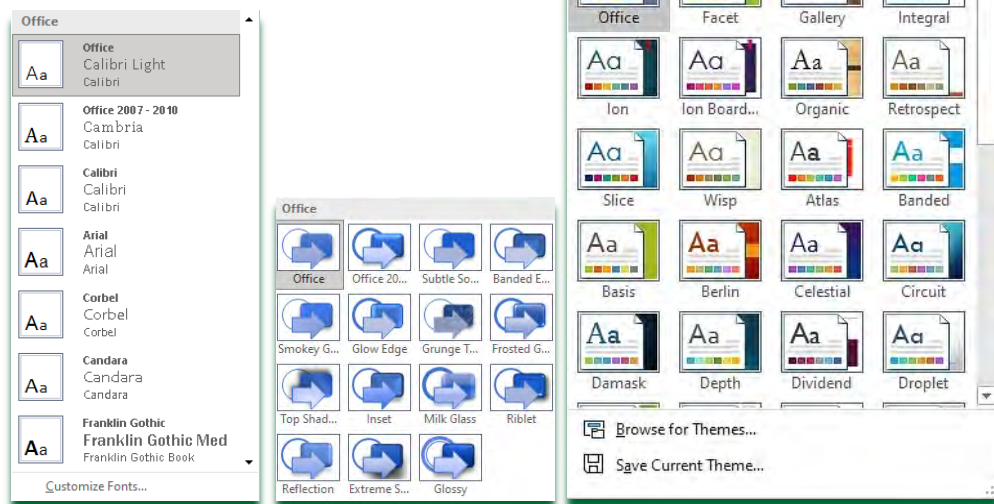
Сл. 2.56

Трет начин на уредување страница во работен лист е со директен пристап до прозорците поставени на лентата со алатки.



Сл. 2.57

Во групата теми (**Themes**), која е достапна во горниот лев агол, е даден избор на различни теми, бои, фонтови и ефекти, како што е прикажано на слика 2.58.



Сл. 2.58



1. Опиши ја постапката за форматирање работни листови.
2. Во која картичка се избира оддалеченоста на работ на текстот од работ на документот?
3. Кои параметри на страница се избираат во опцијата Page Layout од лентата со алатки?

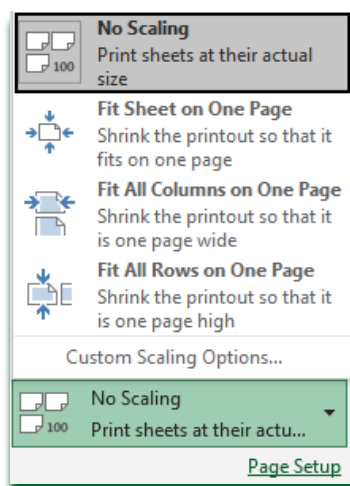


Вежби:

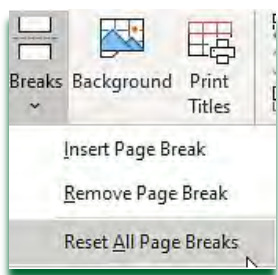
1. Во еден работен лист да се постават следните параметри:
 - * маргини на сите страни по 1cm;
 - * ориентација портрет;
 - * формат A4;
 - * заглавје и подножје на страницата.

2.16 Печатење страници

Кога се печати работна книга, самиот **Excel** врши прекршување на страниците во согласност со поставената големина на листот, границите и обемот на материјалот. Последното уредување на документот во **Excel** пред печатење е прегледот дали содржината е прекршена на повеќе страници или се наоѓа на една страница. Најдобро би било, ако е можно табелата да се постави во дадениот формат. Ова може да се направи со користење на режимот за преглед на прекршувањето на страницата, кој овозможува менување на ширината на колоните и редиците, како и за поместување на предложените рабови на листовите со влечење и вклучување дополнителни редици или колони. Динамичното зголемување на табелата овозможува вклопување во ограничениот простор на хартијата. Вакво прилагодување е можно и со опција поставете лист на една страница (**Fit Sheet on One Page**). Во менито од десната страна, има преглед за тоа како изгледа работна книга **Excel** кога се вклопува на една страница. Со избор на поставувањето без скалирање (**No Scaling**) работниот лист е поставен да се печати со 100% од неговата вистинска големина (слика 2.59).

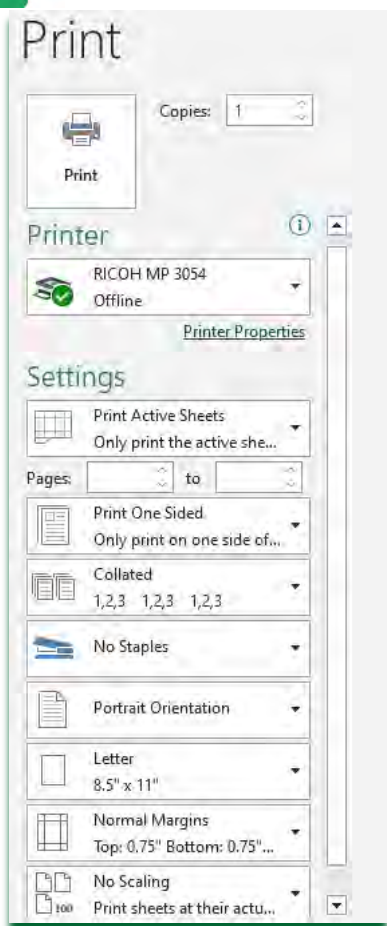


Сл. 2.59



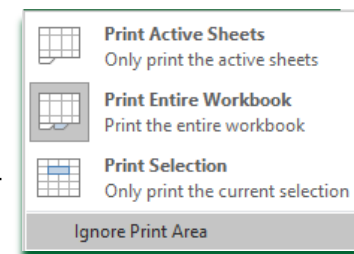
Сл. 2.60

Прекршувањата помеѓу двете страници може да се постават и директно. Тоа го овозможува опцијата **Breaks**. Со селекција на редот или колоната што треба да премине на следната страница и изборот **Insert Page Break** се прикажува задебелена линија каде е извршено прекршувањето (слика 2.60).



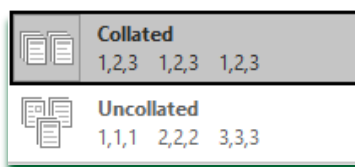
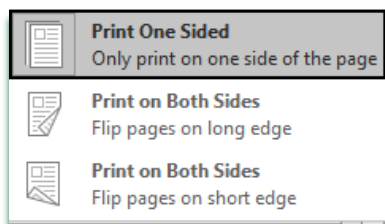
Сл. 2.61

Во полето **Pages** се избира печатење на една или повеќе страници. Доколку е потребно да се печати опсег страници се запишува почетната страница и крајната (**to**) страница.




Сл. 2.62

Воедно можен е избор на печатење од една или од двете страни на листот како и редослед на печатење на повеќе страни како што е прикажано на слика 2.63.



Сл. 2.63

Со избор на подменито **Print** од опцијата **File** од лентата со алатки, или со командата **Ctrl+P** од тастатурата, се отвора прозорец за избор на печатач (**Printer**) (слика 2.61). Најнапред се избира печатачот на кој ќе се печати. Во прозорецот **Copies** се избира бројот на копии кои треба да се отпечатаат. Доколку претходно се поставени сите потребни параметри за печатење на документот, табела (**Sheet**) или графикон (**Chart**), се пристапува кон печатење со избор на командата со печатач **Print**. 

Параметрите на страницата пред печатење се поставуваат во полето за сетирање **Settings**. Со отворање на прозорецот **Print Active Sheets** се отвора прозорец како на слика 2.62 во кој може да се избере што да се печати: сите работни листови, тековен работен лист или селектирани ќелии.

Провери го своето знаење!



I Прашања со заокружување (Заокружи ги точните одговори)

1. Изгледот на ќелијата и нејзината содржина се уредува во прозорецот:

- A) **Format cells**
- B) **Page layout**
- B) **Alignment**

2. Активна ќелија се препознава по тоа што таа е обележана со:

- A) испрекинати линии
- B) задебелени линии
- B) тенки сиви линии

3. Кој опсег е селектиран на сликата?

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				

- A) **(A1:A3)**
- B) **(A1:C3)**
- B) **(C1:C3)**

4. Внесување податок во ќелија се потврдува со притикање на копчето од тастатурата:

- A) **=**
- B) **Shift**
- B) **Enter**

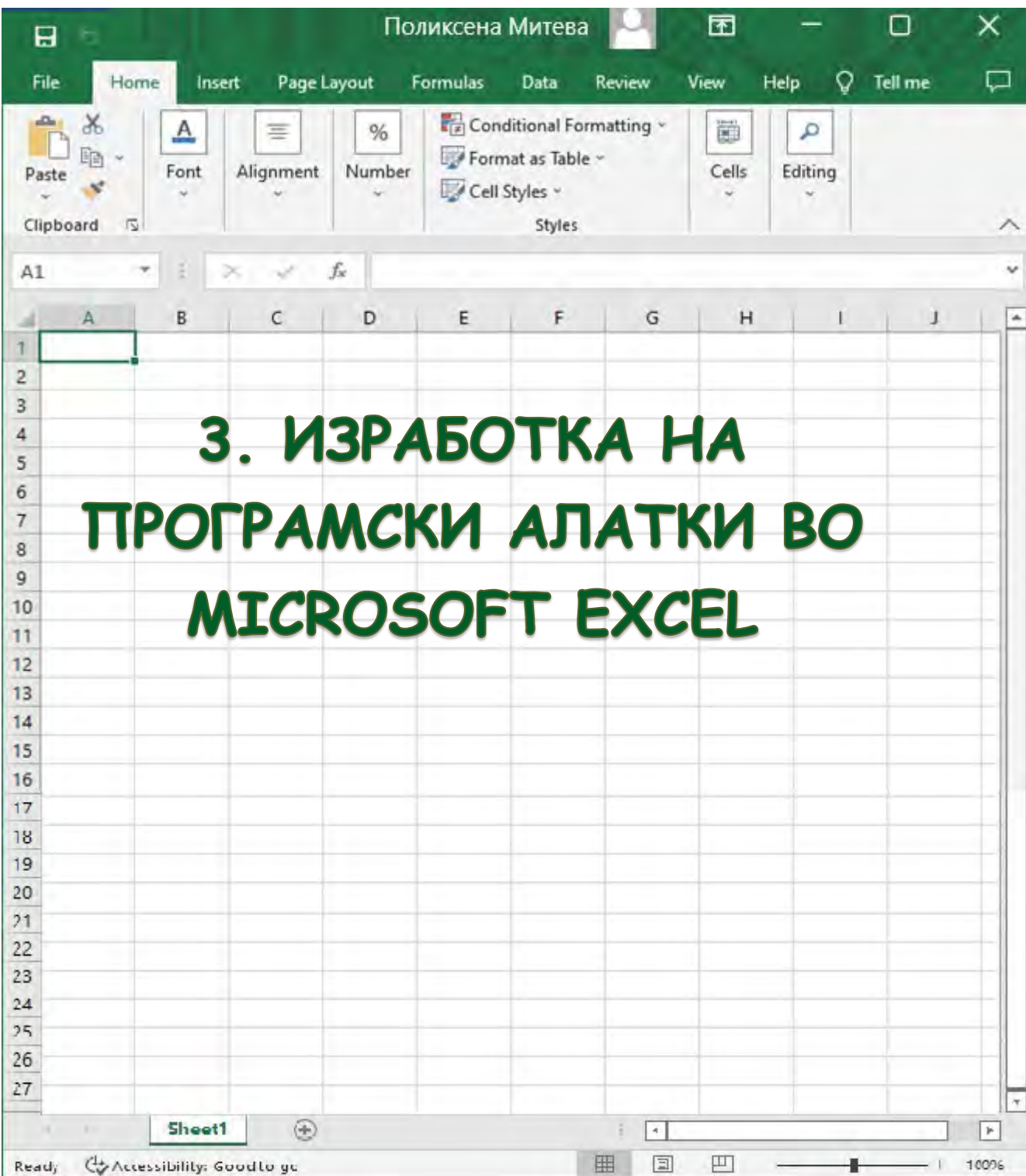
5. Сортирање на податоци значи:

- A) да се покажат сите податоци кои исполнуваат одреден услов
- B) податоците да се подредат според некој критериум
- B) да се се уреди документот

6. Бројот се третира како текст ако пред цифрите се стави знакот:
- A) ` (апостроф)
 - Б) %
 - В) #
7. Ако должината на податокот е поголема од ширината на ќелијата, во ќелијата ќе се прикажат знаците:
- A) xxxxx
 - Б) #####
 - В) -----
8. Како се нарекува процесот на наоѓањето податоци од листа кои исполнуваат одреден услов?
- A) филтрирање податоци
 - Б) сортирање податоци
 - В) форматирање податоци

II Прашања со дополнување

9. За внесување време се користи знакот __ меѓу часот и минутите.
10. Алатката за графичко претставување на податоците се повикува со клик на подменито _____ кое се наоѓа во менито **Insert**.
11. Полето _____ овозможува позиционирање на внесените податоци.
12. Прекршувањата помеѓу двете страници може да се постават директно со опцијата _____.
13. Праметрите на страницата пред печатење се поставуваат во полето _____.
14. Димензиите на ќелиите автоматско се нагодуваат според внесениот текст со селектирано копче _____.



3. ИЗРАБОТКА НА ПРОГРАМСКИ АЛАТКИ ВО MICROSOFT EXCEL

Со изучување на содржините од оваа модуларна единица ученикот ќе стекне знаења, вештини и компетенции за:

- пресметување грешки кај мерните инструменти;
- изработување софтверска алатка со помош на Microsoft Excel за исцртување крива на грешки кај мерните инструменти;
- изработување софтверска алатка со помош на Microsoft Excel за пресметување потребен пресек на спроводник во електричните инсталации;
- разликување видови заземјувачи и големини кои влијаат врз вредноста на отпорноста на заземјувачите;
- користење на формулите за пресметка на отпорноста на заземјување на лентест и цевчест заземјувач;
- изработување софтверска алатка со помош на Microsoft Excel за пресметка на отпорноста на заземјување на лентест и цевчест заземјувач;
- користење на изработената алатка за пресметување на отпорноста на заземјување на лентест и цевчест заземјувач, графичка анализа на добиените резултати.

3.1 Мерење и грешки при мерењето



Да се потсетиме!

Мерењето претставува збир од активности чија цел е добивање бројна вредност на мерената големина во однос на мерната единица.

Науката која се занимава со мерењето, методите и средствата со кои се обезбедува единство и точност на мерните методи се нарекува **метрологија**¹.

За мерење на физичките големини се користат мерни инструменти или уреди. Мерните инструменти се сложени уреди кои индиректно (користејќи некоја техничка процедура) ја одредуваат нумеричката вредност на физичката големина.

При мерењето на физичките големини можни се грешки. Ниту едно мерење не е целосно точно. Точноста на мерењето зависи од прецизноста на употребените мерни инструменти, од мерниот метод, од искуството на лицето кое го извршува мерењето, влијанието на околината, т.е. надворешните услови во кое е извршено мерењето и др. За да се добие точна вредност при мерењето, потребни се идеални услови кои во пракса тешко се остварливи. Грешките во мерењето може да се појават поради различни причини, тие ја менуваат точноста на мерењето и не можат да се избегнат. За да се проучи како влијаат грешките при мерењето, потребно е да се изврши нивна поделба според различни критериуми.

Грешките при мерењето можат да се поделат според критериум како е направена грешката на:

1. **систематски грешки;**
2. **случајни грешки.**

¹ Метрологија - потекнува од грчките зборови метрон (**μέτρον**) со значење „мерка“ и логос (**λόγος**) со значење „наука“.

Систематските грешки се јавуваат поради несовершенство или неисправност на уредот, нечитлива скала, ненагодена нула, неточно баждарење на инструментот и др. Тие имаат постојана вредност и предзнак, се повторуваат и можат да се земат во обработка на резултатите.

Случајните грешки настануваат поради неправилна процедура во текот на мерењето, погрешно избран мерен метод, неправилна употреба на инструментот, неправилно отчитување на резултатот, промени кои се случуваат под дејство на надворешни влијанија (температура, притисок, влијание на магнетно поле) и др. Случајните грешки се намалуваат ако набљудувачот го повтори мерењето неколку пати или ако се земат отчитувањата на неколку набљудувачи и се пресмета средната аритметичка вредност. За разлика од систематските, случајните грешки можат да се обработат со статистичка анализа и на тој начин да се добие вистинската вредност на мерената големина во даден интервал.

3.2 Грешки кај мерните инструменти

Секој мерен инструмент се карактеризира со определена точност или грешка. **Грешката на мерниот инструмент** е последица од неговите внатрешни карактеристики, од материјалот и постапката на изработка и не може целосно да се отстрани.

Грешката на мерниот инструмент зависи од:

- точноста на градуацијата на скалата;
- квалитетот на лежиштата и оската;
- триењето на лежиштата;
- избалансираноста на вртливиот орган;
- квалитетот на спиралната пружина;
- магнетните својства на феромагнетните делови итн.

Дел од наведените фактори може да се земат предвид при отчитување на резултатот, а со тоа и да се намали влијанието на грешката при мерењето, но од некои фактори влијанието не може да се утврди или, пак, да се отстрани.

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Кај мерните инструменти разликуваме:

- а) **апсолутна грешка**
- б) **релативна грешка**

а) Апсолутната грешка - Δ претставува разлика меѓу вредностите на измерената големина X_i и нејзината вистинска или точна вредност X_t . Се изразува во единиците на мерената големина.

$$\Delta = \text{измерена вредност} - \text{точна вредност} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$\Delta X = X_i - X_t \dots\dots\dots(3.2)$$

Апсолутната грешка може да има позитивен или негативен предзнак и сама по себе не дава претстава за големината на грешката.

Или, доколку ја знаеме грешката која ја прави мерниот инструмент, точната вредност ќе биде во границите:

$$X_i - \Delta \leq X_t \leq X_i + \Delta \dots\dots\dots(3.3)$$

б) Релативна грешка претставува количник на апсолутната грешка и точната вредност на мерената големина. Таа е неименуван број и најчесто се изразува во проценти.

$$\delta = \frac{\text{апсолутна грешка}}{\text{точна вредност}} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

или

$$\delta_x[\%] = \frac{\Delta X}{X_t} \cdot 100\% = \frac{X_i - X_t}{X_t} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.5)$$

Максималната релативна грешка ја претставува и класата на точност на која припаѓа мерниот инструмент. Во табела 3.1 се дадени класите на точност на мерните инструменти.

Табела 3.1: Класи на точност на мерните инструменти

Максимална релативна грешка (%)	±0,05	±0,1	±0,2	±0,5	±1,0	±1,5	±2,5	±5,0
Класа на точност	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5	2,5	5,0

На скалата од секој мерен инструмент е назначена класата на точност, која, пак, директно влијае врз резултатот и грешките кои настануваат при мерењето во т.н. нормални услови на работа при точно определена температура, влажност и др. Класата на точност се назначува на скалата на мерниот инструмент на еден од следните три начини:

1. само број
2. број впишан во круг
3. број запишан над знакот \vee .

Ако класата на точност е прикажана само со број, тогаш таа се определува со следната формула:

$$\text{класа на точност} = \pm \frac{\Delta X}{X_{mp}} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.6)$$

каде X_{mp} претставува мерно подрачје на инструментот, а со ΔX е прикажана апсолутна грешка.

- Кај аналогните мерни инструменти апсолутната грешка ΔX се одредува според изразот:

$$\Delta X = \pm(A\%pv + B\%mp + Cme) \dots\dots\dots(3.7)$$

каде што:

$A\%pv$ е грешка во проценти од покажаната вредност на мерниот уред;

$B\%mp$ е износ во проценти од мерното подрачје, а

Cme е фиксен износ на грешка изразен во единици на мерената големина.

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

- Кај дигиталните мерни инструменти апсолутната грешка ΔX се одредува според изразот:

$$\Delta X = \pm(A\%pv + Cdig) \dots\dots\dots(3.8)$$

Во износот $A\%pv$ се содржи покажаната вредност од мерниот уред и грешката од мерното подрачје, додека $Cdig$ е цел број од најмалку значајната бројка изразен во мерните единици на мерената големина.

Ако класата на точност е прикажана со број впишан во круг, тогаш таа се определува со следната формула:

$$\text{класа на точност} = \pm \frac{\Delta X}{X_t} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.9)$$

каде X_t претставува точната вредност на мерената големина.

Кај инструментите чија класа на точност е запишана над знакот ∇ , таа се определува на следниот начин:

$$\text{класа на точност} = \frac{\Delta X}{\text{должина на скала}} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.10)$$



1. Кои грешки постојат при мерењата?
2. Кои се причините за појава на мерни грешки?
3. Наброј ги видовите грешки кај мерните инструменти.
4. Дефинирај го поимот апсолутна грешка. Што претставува релативна грешка?
5. Што е класа на точност кај мерните инструменти?



Вежби:

Одредување точност кај мерните инструменти

1. Да се определи во кои граници ќе се движи мерената вредност ако со аналоген амперметар се мери јачина на струја од:

- а) 40 mA б) 100 mA.

Инструментот е со класа на точност од 0,5 (запишана на скалата со бројка во круг) и мериме на мерно подрачје од 100 mA.

Решение: Според формулата

$$\text{класа на точност} = \pm \frac{\Delta X}{X_t} \cdot 100\%$$

се добива:

а)
$$0,5 = \frac{I - 40}{40} \cdot 100 \rightarrow I - 40 = \frac{0,5 \cdot 40}{100} \rightarrow I = 40 \pm 0,2 \text{ mA}$$

Пресметка во Excel

Пресметките ќе се извршат со помош на **Excel**. Се отвора нов **Excel** документ. Се именува со име primer1a.xlsx. Во документот се креира табела со податоци кои се потребни за пресметката (слика 3.1). Класата на точност на инструментот се запишува во ќелијата D3. Вредноста е дадена во условот на задачата и изнесува 0,5. Претходно пресметаните граници на движење на мерената вредност со формула, во **Excel** табелата се добиваат во ќелијата D8. Точната вредност измерена со инструментот е зададена од условот на задачата и се запишува во ќелијата D5. Во ќелијата D6 се запишува формулата за одредување на апсолутната грешка. Максималното отстапување што е дозволено според класата на точност на инструментот се пресметува според формулата запишана во ќелијата D7:

D7 ▾ : ✖ ✓ fx =(D3*D5)/100

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

	A	B	C	D	E
1					
2		големини потребни за пресметка	ознака [мерна единица]	вредности на големини	
3		класа на точност на инструментот	класа на точност	0.5	
4		мерно подрачје на инструментот	Imp [mA]	100	
5		точна вредност	It [mA]	40	
6		апсолутна грешка	ΔI [mA]	I - It	
7		максимално отстапување	[mA]	0.2	
8		граници на движење на измерената вредност	I [mA]	40±0.2	
9					

Сл. 3.1

На крајот за да се одредат границите во кои ќе се постигне точно мерење прикажано како на слика 3.1 ќе се примени формулата за конкатенација и вредноста на ќелијата D8 ќе биде текстуална. Функцијата CONCAT со синтакса: **CONCAT**(text1, [text2], [text3],...) има задача да врши спојување на повеќе текстуални аргументи во една ќелија, но не обезбедува празни места меѓу аргументите. По успешно внесената формула програмата многу брзо го пресметува соодветниот резултат кој на слика 3.1 се прикажува во ќелијата D8.

$$6) \quad 0,5 = \frac{I - 100}{100} \cdot 100 \rightarrow I - 100 = \frac{0,5 \cdot 100}{100} \rightarrow I = 100 \pm 0,5 \text{ mA}$$

Да се направи пресметка во **Excel**.

2. Да се определи во кои граници ќе се движи мерената вредност ако со аналоген амперметар се мери јачина на струја од:

- а) 50 mA б) 200 mA.

Инструментот е со класа на точност од 0,5 (запишана на скалата само со бројка) и мериме на мерно подрачје од 200 mA.

Решение: Според формулата

$$\text{класа на точност} = \pm \frac{\Delta X}{X_{MP}} \cdot 100\%$$

се добива:

а)
$$0,5 = \frac{I - 50}{200} \cdot 100 \rightarrow I - 50 = \frac{0,5 \cdot 200}{100} \rightarrow I = 50 \pm 1 \text{ mA}$$

Пресметка во Excel

Се отвора нов **Excel** документ со име primer2a.xlsx. Во документот се креира табела со податоци кои се потребни за пресметката. Креираната табела е прикажана на слика 3.2. Класата на точност на инструментот се запишува во ќелијата D3. Вредноста е запишана на скалата на инструментот, во вид на број и изнесува 0,5. Мерното подрачје на инструментот се внесува во ќелијата D4. Претходно пресметаните граници на движење на мерената вредност со формула ($I = 50 \pm 1 \text{ mA}$), во **Excel** табелата се добиваат во ќелијата D8. Точната вредност измерена со инструментот е зададена од условот на задачата и се запишува во ќелијата D5. Во ќелијата D6 се запишува формулата за одредување на апсолутната грешка.

A	B	C	D	E
1				
2	големини потребни за пресметка	ознака [мерна единица]	вредности на големини	
3	класа на точност на инструментот	класа на точност	0.5	
4	мерно подрачје на инструментот	I_{mp} [mA]	200	
5	точна вредност	I_t [mA]	50	
6	апсолутна грешка	ΔI [mA]	$I - I_t$	
7	максимално отстапување	[mA]	1	
8	граници на движење на измерената вредност	I [mA]	50 ± 1	
9				

Сл. 3.2

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Максималното отстапување што е дозволено според класата на точност на инструментот се пресметува според формулата запишана во ќелијата D7:



D7 X ✓ *fx* =(D3*D4)/100

Со примена на функцијата CONCAT во ќелијата D8 се добиваат границите во кои ќе се движи мерената вредност.

б)
$$0,5 = \frac{I - 200}{200} \cdot 100 \rightarrow I - 200 = \frac{0,5 \cdot 200}{100} \rightarrow I = 200 \pm 1 \text{ mA}$$

Да се направи пресметка во **Excel**.

Одредување апсолутна и релативна грешка при мерење

3. Да се одреди колку изнесува апсолутната и релативната грешка за мерењето ако со помош на волтметар во монофазен приклучок измериме напон од 225 V.

Забелешка: Се зема дека точната вредност на напонот е 220 V.

Решение: Според претходно дефинираните формули:

- апсолутната грешка изнесува:

$$\Delta = U_i - U_t \rightarrow \Delta = 225 - 220 = 5 \text{ V}$$

- релативната грешка изнесува:

$$\delta = \frac{\Delta}{U_t} \cdot 100 = \frac{5}{220} \cdot 100 = 2,273 \%$$

Пресметка во Excel

Се отвора нов **Excel** документ со име primer3.xlsx. Во документот се креира табела со податоци кои се потребни за пресметката (слика 3.3).



	A	B	C	D	E
1					
2		големини потребни за пресметка	ознака [мерна единица]	вредности на големини	
3		измерена вредност	U_i [V]	225	
4		точна вредност	U_t [V]	220	
5		апсолутна грешка	Δ [V]	5	
6		релативна грешка	δ [%]	2.273	
7					

Сл. 3.3

Во секоја ќелија соодветно се запишуваат измерената вредност, точната вредност, апсолутната грешка и релативната грешка. Вредноста на апсолутната грешка се добива како разлика на измерената вредност и точната вредност. Формулата за пресметка на апсолутната грешка се внесува во ќелијата D5:

D5 \times \checkmark fx =D3-D4

Вредноста на релативната грешка се добива со делење на вредноста на апсолутната грешка со точната вредност, а потоа резултатот се множи со 100 за да се добие во проценти. Во пресметката прикажана на слика 3.3 се користи и функцијата за заокружување на вредност на потребна децимала ROUND. Синтаксата на функцијата е следна: **ROUND**(number, num_digits). Number претставува бројот кој го заокружуваме, додека num_digits е бројот на децимални места на кои сакаме да го заокружime бројот што се наоѓа како прв аргумент во функцијата. Во ќелијата D6 се прикажува резултатот.

D6 \times \checkmark fx =ROUND(D5*100/D4,3)

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

4. Да се определи апсолутната и релативната грешка на мерен инструмент ако мериме на мерно подрачје од 20 V со помош на дигитален мултиметар со дисплеј од $3^{1/2}$ цифри чија максимална грешка изнесува $g = \pm(0,3 + 1 \text{ digit})$.

Решение:

Последното децимално место има вредност:

$$0,01 \text{ V} = 10 \text{ mV}$$

Според тоа, последната цифра ќе има вредност:

$$1 \text{ digit} = 1 \cdot 0,01 \text{ V} = 10 \text{ mV}$$

а за апсолутната грешка на дигиталниот мерен инструмент ќе се добие:

$$\Delta U = \pm \left(\frac{0,3 \cdot U_{mp}}{100} + 10 \text{ mV} \right) = \pm \left(\frac{0,3 \cdot 20}{100} + 10 \text{ mV} \right)$$

$$\Delta U = \pm(60 \text{ mV} + 10 \text{ mV}) = \pm 70 \text{ mV}$$

додека релативната грешка се пресметува според:

$$\delta[\%] = \pm \frac{\Delta U}{U} \cdot 100 = \pm \frac{0,07}{20} \cdot 100 = \pm 0,35 \%$$

Според извршените пресметки, за апсолутната грешка на инструментот се добива $\pm 70 \text{ mV}$, додека релативната грешка изнесува $\pm 0,35 \%$.

Пресметка во Excel

Се отвора нов **Excel** документ именуван како primer4.xlsx. Во документот се креира табела со податоци кои се потребни за пресметка на бараните грешки (слика 3.4).

A	B	C	D	E
1				
2	големини потребни за пресметка	ознака [мерна единица]	вредности на големини	
3	мерно подрачје на инструментот	U_{mp} [V]	20	
4	вредност на последна цифра на дигитален инструмент (се отчитува од табела)	C_{dig} [V]	0.01	
5	покажаната вредност од мерниот уред и грешката од мерното подрачје	$A\%_{pv}$	0.3	
6	апсолутна грешка	Δ [V]	0.07	
7	релативна грешка	δ [%]	0.35	
8				

Сл. 3.4

Соодветно од условот на задачата во ќелијата D3 се внесува вредноста на мерното подрачје на дигиталниот инструмент, а во ќелијата D4 се внесува вредноста на последната цифра (анг. digit) на дигиталниот инструмент. Вредноста на последната се отчитува од табела 3.2.

Табела 3.2 Дигитални волтметри со различен број цифри

Вид на дигитален волтметар	Дисплеј	Вредност на цифра (анг. digit)
3 ½	10.00	10 mV (0,01 V)
4 ½	10.000	1 mV
5 ½	10.0000	100 μ V
6 ½	10.00000	10 μ V
7 ½	10.000000	1 μ V

Вредноста на грешката од мерното подрачје се внесува во ќелијата D5.

Со помош на формулите за апсолутна и релативна грешка се добиваат нивните вредности во ќелиите D6 и D7, соодветно.

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

D6 $=((D5*D3)/100)+D4$

Во ќелијата D7 вредноста на релативната грешка е изразена во проценти и заокружена на точност од две децимални цифри.

D7 $=ROUND(D6*100/D3,2)$

5. Да се одреди максималната релативна грешка што ја прави амперметарот при мерење на јачина на струја од $I = 135 \text{ mA}$ ако неговата класа на точност е 1,5 и е поставен на мерно подрачје $I_{mp} = 200 \text{ mA}$.

6. Да се одреди максималната релативна грешка што ја прави волтметарот со класа на точност 1 при мерење на напон од $U = 110 \text{ V}$ на мерното подрачје е $U_{mp} = 200 \text{ V}$.

7. Колку изнесуваат максималната апсолутна и релативна грешка на волтметар ако е измерен напон $U = 70 \text{ V}$ на мерно подрачје $U_{mp} = 100 \text{ V}$ и ако класата на точност на инструментот е 1?

8. Да се определи во кои граници ќе се движи мерената вредност ако со аналоген волтметар со класа на точност од 0,5 (запишана на скалата само со бројка) се мери вредност на напон од $U = 80 \text{ V}$ на мерно подрачје од $U_{mp} = 100 \text{ V}$.

9. Да се определи апсолутната и релативната грешка на дигитален волтметар со дисплеј од $4^{1/2}$ цифри ако се мери на мерно подрачје од $U_{mp} = 100 \text{ V}$ и е измерен напон од $U = 75 \text{ V}$. Максимална грешка изнесува $\Delta U = \pm(0,5\%pv + 2 \text{ digit})$.

10. Да се определи апсолутната и релативната грешка на дигитален амперметар со дисплеј од $3^{1/2}$ цифри ако се мери на мерно подрачје од $I_{mp} = 200 \text{ mA}$ и е измерена јачина на електрична струја од $I = 150 \text{ mA}$. Максимална грешка изнесува $\Delta I = \pm(0,2\%pv + 2 \text{ digit})$.

3.3. Постапка за проверка на точност на мерен инструмент

Мерните инструменти во својот работен век се употребуваат во различни неидеални услови за работа каде има промена на факторите на влијание (температура, влажност, притисок, магнетни полиња итн.), кои, пак, предизвикуваат промени врз класата на точност на мерните инструменти. На одреден временски период е потребно да се изврши проверка на класата на точност на мерните инструменти и да се изврши баждарење или нивно нагодување, т.е. да се задржи истата класа или, пак, да се одреди друга класа на точност.

Постојат три методи за испитување и баждарење на инструментите:

- метод на компензација;
- метод на споредба со поточен мерен инструмент;
- метод со употреба на калибратор.

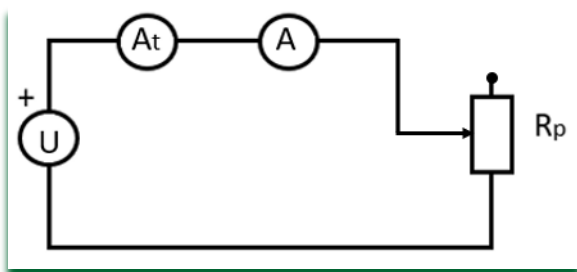
Во учебникот ќе се опише постапката со споредба со поточен мерен уред. Постапката се изведува на тој начин што се зема уште еден мерен инструмент, со висока класа на точност, кој се нарекува и референтен инструмент, и се споредуваат покажувањата на резултатите од мерењата на два инструмента во исти услови. Во текот на постапката се вршат повеќе мерења на една мерна големина.

3.3.1. Баждарење инструменти

Баждарење амперметар

Мерењето на јачината на електричната струја се врши со сериско поврзување на амперметарот во однос на потрошувачот. За да се изврши испитување на класата на точност на амперметарот, потребни се два амперметри со различна класа на точност во опсег од 0,2 до 2,5. Како точен, или референтен инструмент се зема инструментот со поголема класа на точност од 0,5. Во постапката се баждари инструментот со полоша класа на точност.

Чекор 1: Елементите се поврзуваат според електричната шема за баждарење на амперметар прикажана на слика 3.5.



Сл. 3.5

Чекор 2: Се одбираат еднакви мерни подрачја на точниот – референтен амперметар и баждарениот инструмент.

Чекор 3: Промената на струјата што ја покажуваат амперметрите се регулира со помош на променливиот извор на напон и со промена на отпорноста на променливиот отпорник со лизгач R_p . Се нагудува отклонот на стрелката кај точниот – референтен инструмент да покажува 10 %, 20 %, 30 %... 100 % од мерната скала.

Чекор 4: Отчитаните резултати од двата инструмента се запишуваат соодветно во табела 3.3. Во полето I_t [mA] се запишуваат отчитаните вредности за јачината на мерната електрична струја од точниот, референтен инструмент, додека во

полето I_m [mA] се запишуваат отчитаните вредности од баждарениот инструмент.

Табела 3.3. Резултати добиени од мерење на јачината на струјата со амперметри

број на мерења	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\%I_{mp}$ [mA]	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
I_m [mA]										
I_t [mA]										
ΔI [mA]										
δ [%]										

каде:

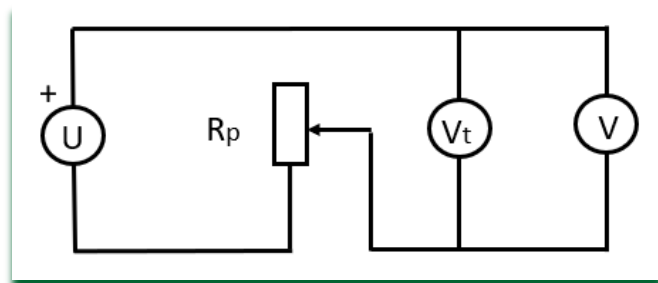
- $\%I_{mp}$ [mA] – отклон на стрелката во % кај референтен – точен амперметар во зависност од мерната скала,
- I_m [mA] – отчитана вредност на јачината на електричната струја кај баждарениот амперметар,
- I_t [mA] – отчитана вредност на јачината на електричната струја кај точниот референтен амперметар,
- ΔI [mA] – апсолутна грешка,
- δ [%] – релативна грешка.



Баждарење волтметар

Чекор 1: Мерењето на напонот се врши кога волтметарот ќе се поврзе паралелно со потрошувачот, како што е прикажано на слика 3.6. За да се изврши испитување на класата на точност на волтметарот, потребни се два волтметри со различна класа на точност во опсег од 0,2 до 2,5. Како точен или референтен инструмент се зема инструментот со подобра класа на точност од 0,5. Ќе се баждари инструментот со полоша класа на точност.

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel



Сл.3.6

Чекор 2: Се одбираат еднакви мерни подрачја на точниот – референтен волтметар и баждарениот инструмент.

Чекор 3: Промената на напонот што ја покажуваат волтметрите се регулира со помош на променливиот извор на напон и со промена на отпорноста R_p кај променливиот отпорник со лизгач. Се нагудува отклонот на стрелката кај точниот – референтен инструмент да покажува 10 %, 20 %, 30 %... 100 % од мерната скала.

Чекор 4: Отчитаните резултати од двата инструмента се запишуваат соодветно во табела 3.4. Во полето U_t [V] се запишуваат измерените вредности на мерениот електричен напон отчитани од точниот, референтен инструмент, додека во полето U_m [V] се запишуваат отчитаните вредности од баждарениот инструмент.

Табела 3.4. Резултати добиени од мерење на напонот со волтметри

број на мерења	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\%U_{mp}$ [V]	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
U_m [V]										
U_t [V]										
ΔU [V]										
δ [%]										

каде:

- $\%U_{mp}$ [V] – отклон на стрелката во % кај референтен – точен волтметар во зависност од мерната скала,
- U_m [V] – отчитана вредност на напонот кај баждарениот волтметар,
- U_t [V] – отчитана вредност на напонот кај точниот референтен волтметар,
- ΔU [V] – апсолутна грешка,
- δ [%] – релативна грешка.

3.3.2 Табеларно прикажување грешки

Измерените вредности и пресметаните вредности на грешките се прикажуваат табеларно во **Excel** документ. Табеларното прикажување се користи за да се добие подобар преглед на вредностите, но и поточни и побрзи пресметки. Во секоја табела има посебен ред означен со големината која се мери и нејзината мерна единица. Мерните подрачја на инструментите се дадени во проценти. На слика 3.7 е прикажана табела 3.3 во **Excel** документ во која ќе се внесуваат отчитаните вредности за јачината на струјата од двата амперметри со соодветни формули за пресметување на грешките. Зависностите помеѓу големините во табелата се внесени со формули за пресметка на апсолутната и релативната грешка. На ист начин е прикажана и табела 3.4 во **Excel** документ за внесување на отчитаните вредности за напонот од двата волтметри со соодветни формули за пресметка на грешките (слика 3.8).

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

greski kaj merni instrumenti.xlsx

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Help Tell me what you want to do

Clipboard Font Alignment Number

LN X ✓ fx =C4-C5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2	Број на мерења	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
3	%I _{MP} [mA]	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
4	I _m [mA]												
5	I _t [mA]												
6	ΔI [mA]	0	=C4-C5										
7	δ[%]												
8													

Сл. 3.7

greski kaj merni instrumenti.xlsx

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Help Tell me what you want to do

Clipboard Font Alignment Number

LN X ✓ fx =(B5*100)/B4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Број на мерења	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2	%U _{MP} [V]	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%		
3	U _m [V]												
4	U _t [V]												
5	ΔU [V]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6	δ[%]	=(B5*100)/B4	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####		
7													
8													

Сл. 3.8

3.3.3 Формули за определување грешки кај мерните инструменти

Врз основа на измерените вредности се одредуваат апсолутните и релативните грешки на инструментите.

Формули за пресметка на апсолутните грешки:

$$\Delta I = I_m - I_t \quad \Delta U = U_m - U_t \quad \dots\dots\dots(3.11)$$

- I_t и U_t – вредност на јачината на струјата и напонот кои ги покажува инструментот со поголема класа на точност;
- I_m и U_m – вредност на јачината на струјата и напонот кои ги покажува инструментот чија точност ја проверуваме.

Формули за пресметка на релативната грешка:

$$\delta\% = \frac{\Delta I}{I_t} \cdot 100 = \frac{I_m - I_t}{I_t} \cdot 100 \quad \delta\% = \frac{\Delta U}{U_t} \cdot 100 = \frac{U_m - U_t}{U_t} \cdot 100 \quad \dots\dots\dots(3.12)$$

Вредностите добиени од пресметките се запишуваат во табела 3.3 и табела 3.4, соодветно во секој ред, за секој отклон од мерната скала или во табелите прикажани на слика 3.7 и слика 3.8.

Споредба на релативната грешка при мерењето со класата на точност на инструментот кој се испитува: За да се пресмета класата на точност, најнапред е потребно да се одреди вредноста на максималната апсолутна грешка од измерените апсолутни грешки, а потоа се пресметува според формулата:

$$\text{класа на точност} = \frac{|\Delta X|}{X_{mp}} \cdot 100\% = \frac{|\Delta I_{max}|}{I_{mp}} \cdot 100 \quad \dots\dots\dots(3.13)$$

$$\text{класа на точност} = \frac{|\Delta X|}{X_{mp}} \cdot 100\% = \frac{|\Delta U_{max}|}{U_{mp}} \cdot 100 \quad \dots\dots\dots(3.14)$$

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Ако добиената грешка при мерењето се наоѓа во декларираната класа на точност на инструментот, се вели дека испитуваниот мерен инструмент се наоѓа во класата на точност, во спротивно инструментот ја добива класата на точност која е нумерички еднаква на пресметаната или првата поголема класа на точност.

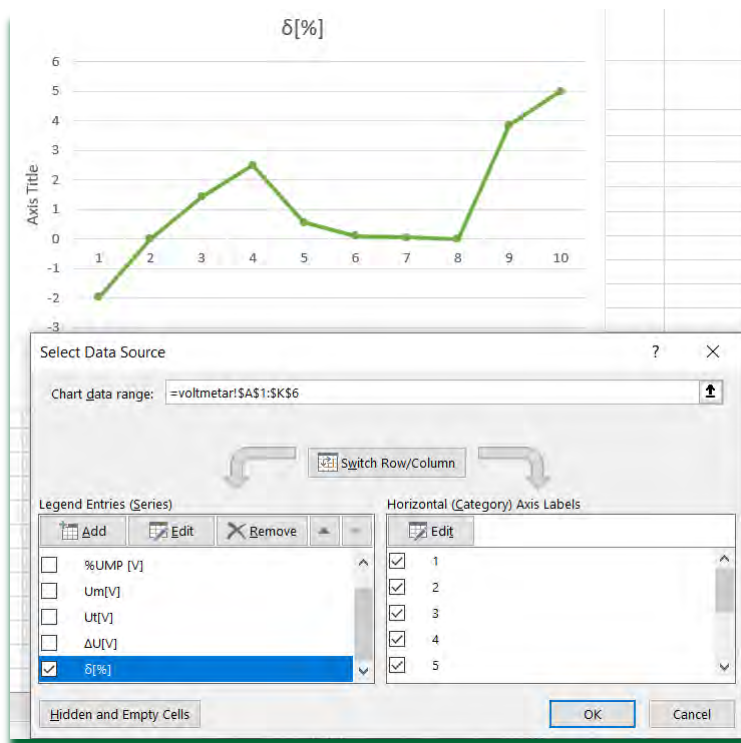
3.3.4 Графикон на крива на грешки кај мерните инструменти

На самиот крај од постапката за проверка на точност на мерните инструменти се врши графичко претставување на зависноста на апсолутната и релативната грешка од отклонот на стрелката на инструментот. Преку графикот лесно можеме да се воочат измерените резултати и нивната распределба.

По завршеното мерење и пополнување на табелите прикажани на сликите 3.7 и 3.8 се пристапува кон исцртување график.

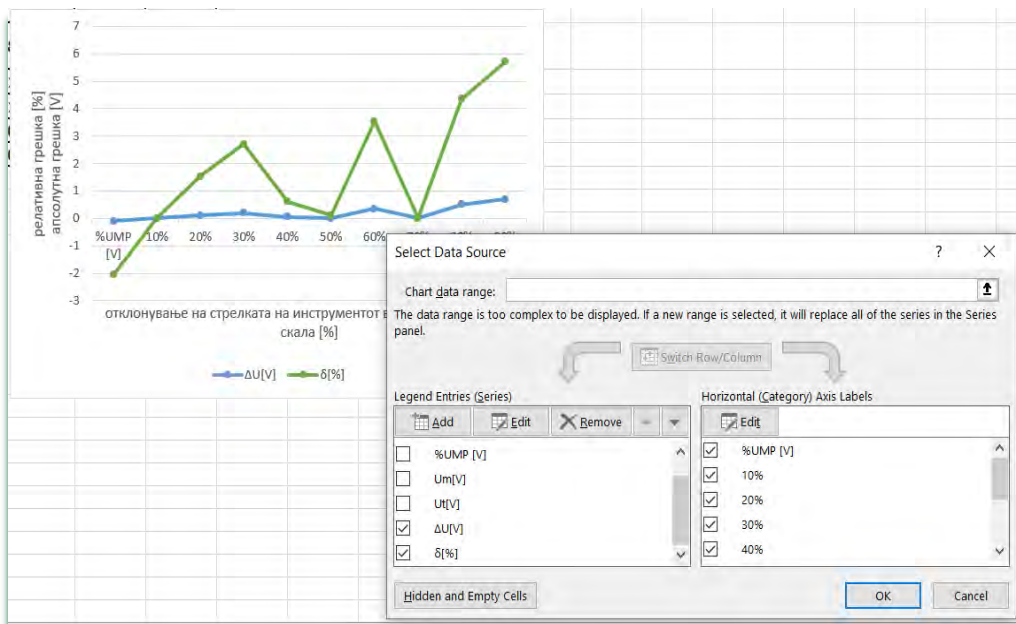
Најнапред се селектира табелата. Од **Insert→Chart Recommended**, се одбира график од типот **Line**. Од **Chart Design→Select Data** со селектирање се одбира кои елементи ќе се прикажат на x-оската, а кои на y-оската. На x-оската најчесто се прикажуваат независните големини, додека на y-оската големините кои се менуваат по некоја зависност во однос на големините прикажани на x-оската. Ако сакаме да се прикажат повеќе големини на y-оската се селектираат соодветно. За целосно и правилно графичко претставување на резултатите е потребно да се постави наслов на графикот, да се именуваат оските со големини кои се прикажани на нив, нивните ознаки, мерни единици и легенда на графикот (слика 3.9).

Графикот ќе се исцрта по внесување на податоците во селектираната табела. Во случај на промена на дел од внесените резултати, автоматски се прави корекција на графикот.



Сл. 3.9

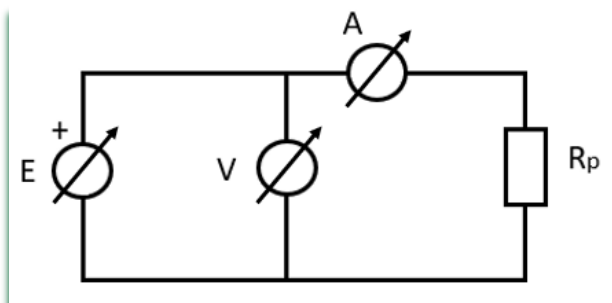
На слика 3.10 е прикажан избор за приказ на повеќе елементи на у-оската и соодветно означување на графикот.



Сл. 3.10

**Вежби:**

1. Да се одреди измерената и пресметаната вредност на отпорноста на отпорникот R_p во електричното коло од слика 3.11.



Сл. 3.11

Мерните инструменти со кои се врши мерењето не се идеални, туку имаат своја внатрешна отпорност која не може да се занемари. Отпорностите на амперметарот и волтметарот се 0.01Ω и 2000Ω , соодветно ($R_A=0,01 \Omega$, $R_V=2 \text{ k}\Omega$). Инструментите соодветно прикажуваат измерена вредност од 2 A и 180 V .

а) Да се одреди големината на апсолутната и релативната грешка при мерење на отпорноста на отпорникот R_p .

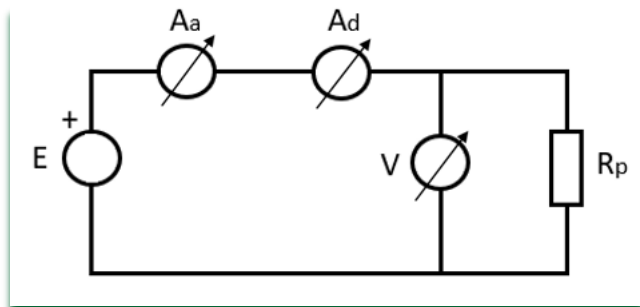
б) Да се изврши дополнителна пресметка со помош на **Microsoft Excel**.

2. Да се изврши мерење на еднонасочен напон и мерење на јачина на еднонасочна струја во електричното коло прикажано на слика 3.12. Да се одредат апсолутната и релативната грешка при мерењето. Пресметките да се извршат во **Excel**. Да се креира софтверска алатка за исцртување крива на грешка во **Excel**.

За изведба на вежбата се потребни елементите:

- Аналоген и дигитален амперметар со мерно подрачје од 200 mA ,
- Волтметар со мерно подрачје од 20 V ,
- Променлив отпорник од 120Ω ,
- Променлив извор на еднонасочен напон,

- Спроводници за поврзување на елементите.



Сл. 3.12

- а) За зададените вредности на еднонасочниот напон во табела 3.5, да се отчитаат вредностите на јачината на струјата од двата инструмента и да се запишат.

Табела 3.5: Внесување резултати од добиените мерења

U [V]	I_{digit} [mA]	I_{analog} [mA]			R_m [Ω]	R_d [Ω]	ΔR [Ω]	δ [%]
		mA/поделоци	поделоци	mA				
0								
2								
4								
6								
8								
10								
12								

- б) Врз основа на резултатите добиени од мерењата со волтметарот и аналогниот амперметар, да се одреди вредноста на отпорникот R_p и да се запише во колоната со ознака R_m .

- в) Врз основа на резултатите добиени од мерењата со волтметарот и дигиталниот амперметар, да се одреди вредноста на отпорникот R_p и да се запише во колоната со ознака R_d .

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

г) Врз основа на добиените резултати од мерењето на отпорноста R_m да се пресмета апсолутната и релативната грешка при мерењето според следните формули:

$$\Delta R = R_m - R_t$$

$$\delta\% = \frac{\Delta R}{R_t} \cdot 100 = \frac{R_m - R_t}{R_t} \cdot 100$$

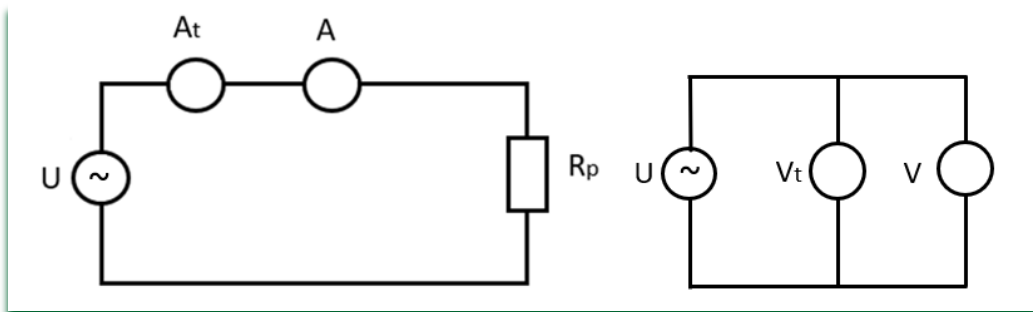
Точната вредност за отпорникот R_t е зададена во условот на задачата и изнесува 120 Ω .

д) Да се повтори пресметката под г) за добиените резултати од мерењето на отпорноста R_d .

ѓ) Да се нацрта графички зависноста $\delta(\%) = f(U)$.

е) Пресметките да се извршат со помош на **Microsoft Excel**.

3. Да се провери точноста на погонските мерни инструменти за мерење на наизменичен напон и струја чијашто класа на точност се движи во опсег од 1 до 2,5 со помош на лабораториски инструмент со висока класа на точност. Електричната шема за баждарење на амперметар и волтметар во коло со наизменична струја е прикажана на слика 3.13.



Сл. 3.13

а) Да се одредат релативните грешки на инструментите и да се претстават графички зависностите $\delta(\%) = f(I)$ и $\delta(\%) = f(U)$.

б) Пресметките да се извршат во **Excel**.

в) Да се креира софтверска алатка за исцртување крива на грешка во **Excel**.

г) Да се спореди големината на релативната грешка од мерењата на инструментот со неговата класа на точност.

За изведување на вежбата се потребни следниве елементи:

- Амперметри со различна класа на точност 0,2 – 2,5,
- Волтметри со различна класа на точност 0,2 – 2,5,
- Променлив отпорник 10 Ω , 4,5 A,
- Спроводници,
- Променлив извор на напон.

Постапка на мерењето:

Мерењето на јачината на електричната струја во колото со наизменична струја се врши исто како во коло со еднонасочна струја со сериско поврзување на амперметарот во однос на потрошувачот.

Мерењето на напонот во колото со наизменична струја се врши исто како во коло со еднонасочна струја кога волтметарот ќе се поврзе паралелно со изворот или потрошувачот.

Испитувањето на точноста на мерниот инструмент или баждарењето се изведува на тој начин што погонскиот мерен инструмент со класа на точност од 1 до 2,5 се испитува врз основа на лабораторискиот инструмент со висока класа на точност.

Формули за пресметка на релативната грешка:

$$\delta\% = \frac{\Delta I}{I_t} \cdot 100 = \frac{I_m - I_t}{I_t} \cdot 100$$

$$\delta\% = \frac{\Delta U}{U_t} \cdot 100 = \frac{U_m - U_t}{U_t} \cdot 100$$

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Ако добиената грешка при мерењето се наоѓа во декларираната класа на точност на инструментот, се вели дека испитуваниот мерен инструмент се наоѓа во класата на точност, во спротивно, инструментот не е во својата класа на точност.

Измерените вредности да се запишат во табелите 3.6 и 3.7.

Табела 3.6. Резултати добиени од мерењата на јачината на струјата со амперметри

број на мерења	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I [mA]										
I_t [mA]										
ΔI [mA]										
δ [%]										

Табела 3.7. Резултати добиени од мерењата на напонот со волтметри

Број на мерења	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U [V]										
U_t [V]										
ΔU [V]										
δ [%]										

3.4 Изработка на софтверска алатка за исцртување крива на грешка кај мерните инструменти

Во денешно време е поедноставно да се обработуваат голем број на информации, бидејќи тоа се извршува со софтверски алатки и програми за таа намена. Како што е опишано во втората модуларна единица во учебникот, со помош на **Microsoft Excel** се извршуваат голем број операции со податоците, но, исто така, се користи и за графички приказ на променливи големини. Со помош на **Microsoft Excel** ќе демонстрираме како се изработуваат програмски алатки за пресметување грешки кај мерните инструменти и исцртување корекциона крива.

Пример: Да се одредат максималните релативни грешки што ги прави амперметарот при мерење на јачина на струја со вредности: 1 А, 1,5 А, 2 А, 2,5 А, 3 А, 3,5 А, 4 А и 4,5 А, ако неговата класа на точност е 1, а мерното подрачје е $I_{mp} = 5$ А.

Решение: Класата на точност на еден мерен инструмент е изразена во проценти и претставува количник помеѓу максималната апсолутна грешка ΔX_{max} и мерното подрачје (ф-ла 3.15).

Се изразува со формулата:

$$\text{класа на точност} = \frac{\Delta X_{max}}{X_{mp}} \cdot 100\% \quad \dots\dots\dots(3.15)$$

$$\Delta X_{max} = \frac{\text{класа на точност} \cdot X_{mp}}{100} = \frac{1 \cdot 5}{100} = 0,05 \text{ А} \quad \dots\dots(3.16)$$

Максималната апсолутна грешка изнесува 0,05 А.

Според тоа, за која било положба на стрелката на инструментот е дефинирана максималната релативна грешка.

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

$$\delta_{max}[\%] = \pm \frac{\Delta X_{max}}{X_{mp}} \cdot 100\% \dots\dots\dots(3.17)$$

Чекор 1: Се отвора нов документ во **Excel** и се зачувува како Greski.xlsx.

Табела 3.8: Максималната релативна грешка за секое мерење

бр. на мерења	I [A]	δmax [%]
1	1	5.00
2	1.5	3.33
3	2	2.50
4	2.5	2.00
5	3	1.67
6	3.5	1.43
7	4	1.25
8	4.5	1.11

За почеток се креира табела во која како константи се внесуваат зададените вредности од условот на задачата: класата на точност на инструментот 1, мерно подрачје 5A и максималната релативна грешка која ни е потребна за пресметување на апсолутната грешка ΔX_{max} (слика 3.14). Според формулата (3.17), во Excel табелата се пополнува колоната δ [%] за извршените мерења.

Сл. 3.14

	A	B	C
1			
2		класа на точност	1
3		Imp [A]	5
4		ΔXmax	0.0500
5			
6			
7	бр.мерења	I [A]	δ [%]
8	1	1	5.00
9	2	1.5	3.33
10	3	2	2.50
11	4	2.5	2.00
12	5	3	1.43
13	6	3.5	1.43
14	7	4	1.25
15	8	4.5	1.11

Чекор 2: Табелата се пополнува според соодветната формула 3.17. На слика 3.15 во лентата за формула се отчитува внесената формула со селекција на ќелијата со пресметаните вредности за

направените релативни грешки. Потоа се пристапува кон исцртување на графикот на грешка.

Слика 3.15 покажува екранот на Excel со табела на податоци и формула. Формулата во формуларот е $=C4*100/B8$. Табелата содржи следниве податоци:

бр. мерења	I [A]	δ [%]
1	1	5.00
2	1.5	3.33
3	2	2.50
4	2.5	2.00
5	3	1.43
6	3.5	1.43
7	4	1.25
8	4.5	1.11

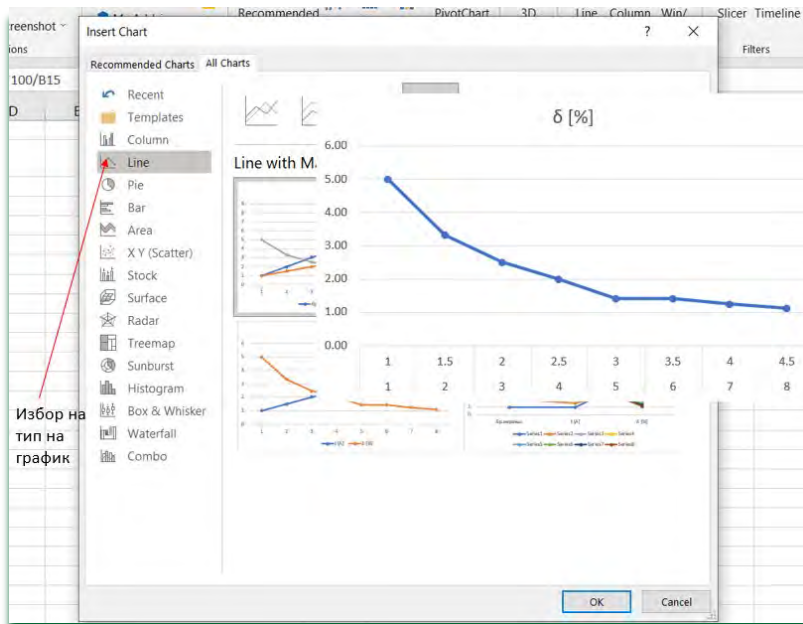
Дополнително, табелата содржи и следниве податоци:

Класа на точност	Imp [A]	ΔXmax
1	5	0.0500

Формулата за пресметка е $\delta = \frac{\Delta X_{max}}{I} \cdot 100$.

Сл. 3.15

Чекор 3: Се селектира целата табела. Потоа од менито **Insert Chart** се избира типот на график од понудените опции.




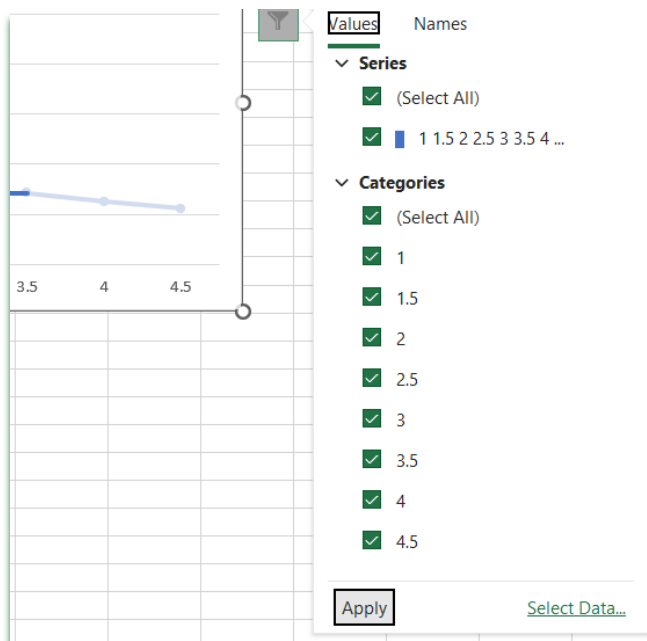
Сл. 3.16

Со избор на опцијата **Line** се исцртува график-линија со ознаки, на кој на x-оската се прикажуваат вредностите на

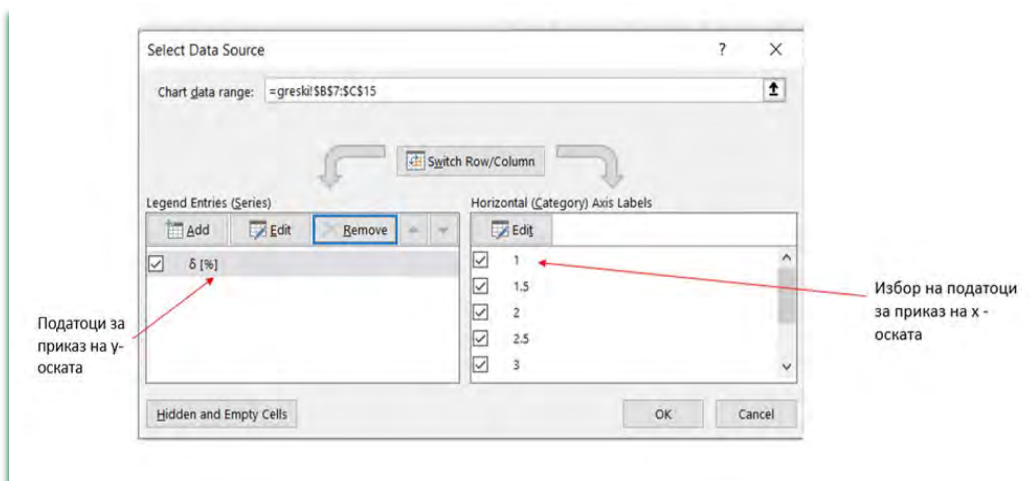
3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

мерената струја, додека на у-оската вредностите на максималната релативна грешка (слика 3.16).

Со клик на  икона се појавува паѓачко мени **Values** со повеќе опции (слика 3.17). Со избор на опцијата **Select Data Source** се појавува дијалог прозорец преку кој се избираат податоците за приказ на оските од графикот, илустрирано на слика 3.18.



Сл. 3.17




Сл. 3.18

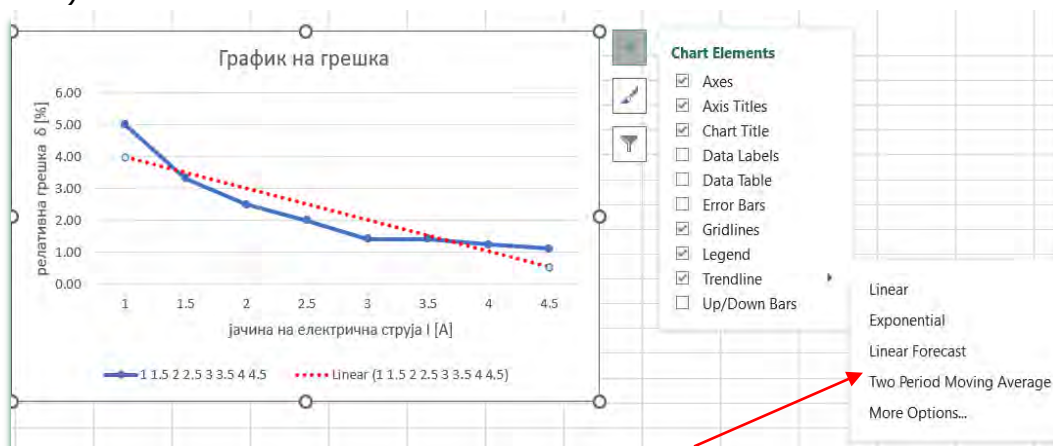
По исцртување на основниот график, може да се менуваат дополнителни својства од картичката **Chart design**, додека од картичката **Chart Elements** графикот се именува, се поставуваат вредности за оските, се додава легенда на графикот итн. (илустрирано на слика 3.19).



Сл. 3.19

Чекор 4: За подетална анализа на податоците е потребно да се определи и трендот на промена на грешката, т.е. корекционата крива на грешка која се добива со користење на опцијата **Trendline**.

Функцијата **Trendline** се активира од иконата  **Chart Elements** од графикот, при што се отвораат прозорци за форматирање на податоците, се одбира **ADD Trendline**, (слика 3.20).

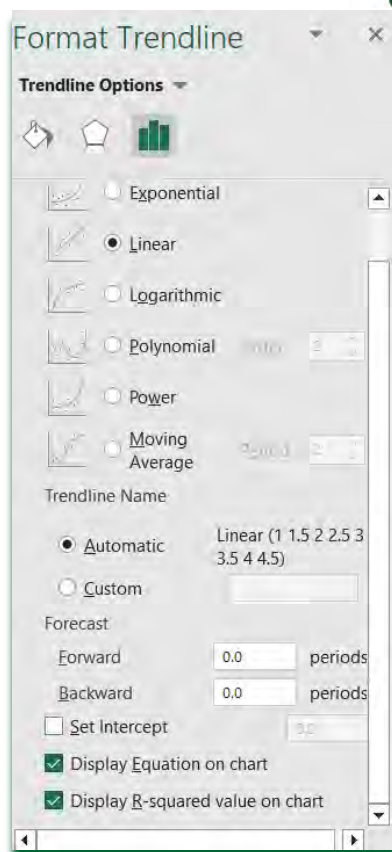


Сл. 3.20

Најдобро е да се определи зависноста по која ќе се менува грешката (линеарна, експоненцијална или друг тип на крива). Се избира зависноста да биде линеарна.

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

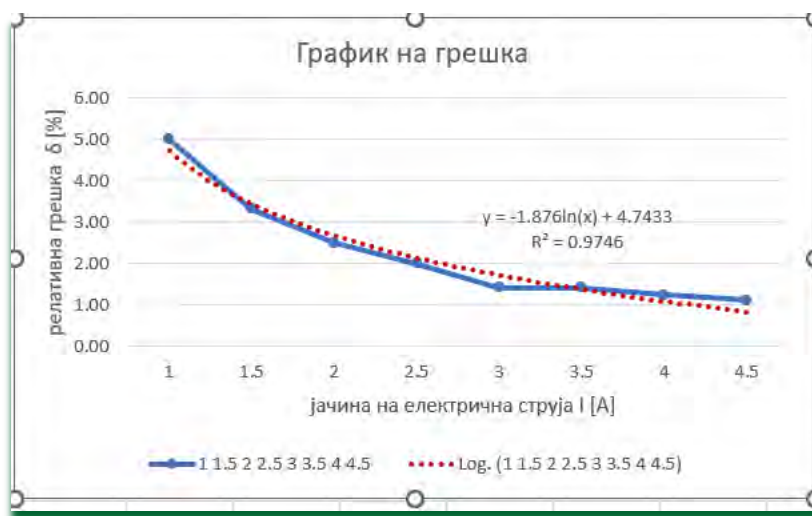
Со активирање на опцијата **Display Equation on chart** се прикажува равенката на кривата и нејзино отстапување од внесените вредности, односно коефициентот на отстапување се прикажува со активирање на опцијата **Display R-squared value on chart** (прикажано на слика 3.21). Коефициентот на отстапување R се движи во интервалот од (0-1). Грешката е најмала ако вредноста на R^2 е 1,0. Во случајот, ако наместо линеарна корекциона крива (сл.3.22) одбереме логаритамска, како на слика 3.23, се гледа дека вредноста на R^2 се доближува до 1 и дека корекционата крива ја следи кривата на релативната грешка со тоа и анализата ќе биде поточна.



Сл. 3.21



Сл. 3.22



Сл. 3.23

Заклучок: Од графикот на слика 3.23 се гледа колку измерената вредност на струјата е поблиска до вредноста на мерното подрачје толку релативната грешка е помала.



- Мерењето претставува постапка чија цел е одредување бројна вредност на мерената големина во однос на мерната единица.
- За мерење на физичките големини се користат мерни инструменти или уреди.
- Абсолютната грешка претставува разлика помеѓу вредностите на измерената и точната вредност.
- Релативната грешка претставува количник на апсолутната грешка и точната вредност на мерената големина.
- Максималната релативна грешка ја претставува класата на точност на мерниот инструмент.
- Испитувањето на точноста на мерниот инструмент се нарекува баждарење.
- Ако добиената грешка при мерењето се наоѓа во декларираната класа на точност на инструментот, се вели дека испитуваниот мерен инструмент се наоѓа во класата на точност.

3.5 Изработка на софтверска алатка за пресметување потребен пресек на спроводник во електрични инсталации

Електричната инсталација претставува дел од преносниот систем на електрична енергија или сигнал од местото на приклучување на градската мрежа на низок напон или градска телекомуникациска мрежа до потрошувачот или приемникот.

Електричната инсталација мора да биде проектирана и изведена во согласност со постоечките стандарди и норми и вградена во објектите според важечки технички прописи за да обезбеди сигурност во работата на приклучените потрошувачи и луѓето.

3.5.1 Големини кои влијаат врз пресекот на спроводникот

Важен дел од електричните инсталации се спроводниците кои се изработуваат од бакар или алуминиум. Карактеристиките на елементите се дадени во табела 3.9.

Табела 3.9: Карактеристики и својства на бакар и алуминиум

	Специфична електрична отпорност ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	Специфична електрична спроводливост σ [Sm/mm^2]	Специфична маса [kg/m^3]	Температура на топење [$^{\circ}\text{C}$]
бакар	0,01724	57	8920	1084
алуминиум	0,02801	35,7	2703	660

За сигурна и безбедна електрична инсталација при проектирањето е потребно да се одбере соодветен напречен пресек на спроводниците. За одредување на пресекот на спроводниците во електричните инсталации влијаат температурата, падот на напонот и струјното оптоварување на спроводникот. На пример, на места каде што треба да тече голема струја се одбира подебел кабел за да не дојде до негово прегорување. За пресметка на струјното оптоварување на

спроводникот се зема предвид видот на потрошувачот кој се приклучува, дали тој постојано работи или повремено, но и вкупната моќност на потрошувачот.

Електричните потрошувачи се уреди и апарати кои за своето функционирање користат електрична енергија.

Според видот на струјата со која се напојуваат, потрошувачите се делат на:

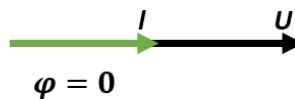
- потрошувачи кои се напојуваат со еднонасочна струја;
- потрошувачи кои се напојуваат со наизменична струја.

При пресметување на пресекот на спроводникот за еднонасочен систем за напојување не се зема предвид типот на потрошувачот, бидејќи во поглед на оптоварувањето на мрежата сите се однесуваат на ист начин.

Потрошувачите кои се напојуваат со наизменична струја можат да бидат:

- омски (термички) и
- мешани (омско-индуктивни).

Омските или термички потрошувачи електричната енергија ја претвораат во топлинска енергија. Тука спаѓаат: светилките со вжарено влакно, грејачите и термичките апарати во домаќинствата. Напонот и струјата кај омските потрошувачи се во фаза, како што е прикажано со фазорскиот дијаграм на слика 3.24.

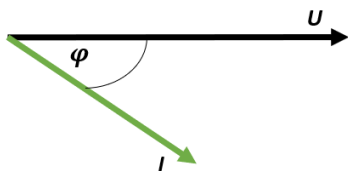


Сл. 3.24

Аголот помеѓу напонот и струјата е $\varphi = 0^\circ$. Косинусот од аголот φ ($\cos \varphi$) се нарекува **фактор на моќност**. За омските потрошувачи факторот на моќност е еднаков на единица, $\cos \varphi = 1$ ($\cos 0^\circ = 1$).

Мешаните (омско-индуктивни) потрошувачи се потрошувачи со намотки на феромагнетно јадро. Тука спаѓаат електромоторите, трансформаторите, придушниците и сл. Исто

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel



Сл. 3.25

така, и обичните спроводници со поголеми напречни пресеци имаат индуктивност која не е занемарлива. Кај мешаните потрошувачи струјата фазно задоцнува зад напонот за одреден агол φ ($0 \leq \varphi \leq \pi/2$), прикажано на слика 3.25.

Факторот на моќност кај мешаните потрошувачи одредува колкав дел од моќноста е активна, а колкав реактивна (кај чисто омските потрошувачи $\varphi = 0^\circ$, а кај чисто индуктивните $\varphi = \pi/2$).

Во табела 3.10 се дадени вредностите на факторот на моќност во зависност од моќноста на мотор.

Табела 3.10: Вредности на факторот на моќност во зависност од моќноста на мотор

Моќност на мотор	$\cos \varphi$
$\leq 1 \text{ Kw}$	$0,66 \div 0,8$
$1 \text{ kW} \div 5 \text{ Kw}$	$0,7 \div 0,87$
$5 \text{ kW} \div 15 \text{ Kw}$	$0,78 \div 0,89$



Инсталирана моќност и врвно оптоварување

Инсталирана моќност или инсталирано оптоварување P_i претставува збир од моќностите на сите потрошувачи кои се инсталирани или со проектот се планирани/предвидени во едно струјно коло или во една електрична инсталација. Многу е мала веројатноста сите планирани потрошувачи да бидат вклучени истовремено и оптоварени со номиналната моќност.

Врвно оптоварување во електричните инсталации (P_v) или максимална истовремена моќност е најголемата моќност што се користи истовремено во едно коло или во една електрична инсталација во одреден период.

Бидејќи сите потрошувачи речиси никогаш не се вклучени истовремено, очигледно е дека $P_v \leq P_i$. Се дефинира фактор или коефициент на едновременост кој претставува количник помеѓу врвното оптоварување и инсталираната моќност. Коефициентот на едновременост се означува со K .

$$K = \frac{P_v}{P_i} \leq 1 \quad \dots\dots\dots(3.18)$$

Вредностите на факторот или коефициентот на едновременост, во зависност од објектот, се земаат од табела 3.11.

Табелата 3.11: Коефициент на едновременост

Опис на објектот	Коефициент на едновременост K
Училници, продавници	1,0
Мали станови	0,9-1,0
Двособни станови	0,8
Трисобни станови, канцеларии	0,7-0,75
Електромоторни погони	0,3-0,6



➤ При пресметка на пресекот на спроводникот се користи врвното оптоварување.

3.5.2 Критериуми за одредување пресек на спроводник

За одредување пресек на спроводник за определена електрична инсталација треба да бидат задоволени три услови:

- електричен услов;
- термички услов;
- механички услов.

Електричниот услов за пресметување на пресекот на спроводникот ќе се исполни ако процентуалниот пад на напонот не ја надминува дозволената вредност.

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Падот на напонот се јавува кога струјата минува низ спроводникот и се дефинира како разлика на напонот на почетокот на водот (U_1) и напонот на крајот од водот (U_2) и се означува со „ ΔU “ или „ u “.

$$u = \Delta U = U_1 - U_2 \dots\dots\dots(3.19)$$

Процентуалниот пад на напонот се пресметува според формулата:

$$u[\%] = \frac{\Delta U}{U} 100 \dots\dots\dots(3.20)$$

каде:

- $\Delta U[V]$ - апсолутниот пад на напонот и
- $U[V]$ - напонот на изворот.

Секој потрошувач има номинален напон на кој работи и тој е видно означен. Истовременото приклучување на повеќе потрошувачи, како и омската отпорност на спроводниците предизвикуваат пад на напон на водот.

Според законските норми и прописи за нисконапонска мрежа, дозволен е 3 % пад на напонот на спроводниците за поврзување на осветлувањето, а за останатите потрошувачи дозволниот пад на напон е 5 %. (табела 3.12).

Табела 3.12: Дозволен процентуален пад на напон

Вид на напојување	Намена на струјниот круг	Дозволен процентуален пад на напон $u\% \leq$
Напојување од нисконапонската мрежа	за осветлување	3%
	за останати потрошувачи	5%
Непосредно напојување од трансформатор	за осветлување	5%
	за останати потрошувачи	8%

Напомена! За електрични инсталации подолги од 100 m дозволениот пад на напон се зголемува за 0,005 %, за секој метар должина по 100 m, но не повеќе од 0,5 %.

Термичкиот услов за пресметување на пресекот на спроводникот ќе се исполни ако струјата која протекува низ спроводникот е помала или еднаква на трајно дозволената за тој напречен пресек и тип на развод, а поголема од номиналната струја означена на потрошувачот.

Трајно дозволената струја која протекува низ спроводникот зависи од типот на развод, бројот на оптоварени спроводници, видот на изолацијата, температурата на околината и материјалот од кој е направен спроводникот.

Вредностите за трајно дозволените струи во зависност од типот на разводот, напречните пресеци на спроводниците и материјалот од кој се направени спроводниците се дадени во табела во Прилог 1 и Прилог 2.

Во зависност од типот на разводот и бројот на спроводници/кабли поставени еден до друг се врши корекција на струјата преку воведување **корекциски фактор K1**. Вредноста на трајно дозволената струја за одреден напречен пресек отчитана од табела во Прилог 1 се множи со вредноста на корекцискиот фактор од табела во Прилог 5 и се добива нова коригирана вредност за јачината на трајно дозволената струја.

Јачината на струјата која протекува низ спроводниците зависи и од температурата на околината. Се воведува **корекциски фактор K2**. На пример, вредноста на трајно дозволената струја за одреден напречен пресек отчитана од табела во Прилог 4 се множи со вредноста на корекцискиот фактор од табела во Прилог 1 и се добива нова коригирана вредност за јачината на трајно дозволената струја. Вредностите за температурниот корекциски фактор се дадени во табела во Прилог 3 и Прилог 4.

$$I_{td\ K1,K2} = K1 \cdot K2 \cdot I_{td\ 30^{\circ}C,1\ кабел} \geq I_n \quad \dots\dots\dots(3.21)$$

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Механички услов се исполнува со избор на минималниот дозволен напречен пресек на спроводникот за да ги издржи сите механички напрегања во однос на цврстината и местото на поставување на спроводникот.

Во табела 3.13 се дадени најмалите дозволени напречни пресеци на спроводникот во однос на механичката цврстина.

Табела 3.13: Минимален напречен пресек за различни водови

Опис на спроводник	Минимален напречен пресек
Изолирани водови за подвижни потрошувачи	0,75 mm ² бакар
Изолирани водови за трајно поставување на осветлување	1,5 mm ² бакар
Изолирани водови за трајно поставување за приклучоци	2,5 mm ² бакар
Напоен вод од приклучен до мерен шкаф	10 mm ² бакар
Самоносечки кабелски сноп за куќен приклучок	16 mm ² алуминиум



1. Кои големини влијаат врз определување на пресекот на спроводникот?
2. Што е инсталирана моќност?
3. Што е врвно оптоварување?
4. Зошто се јавува пад на напон?
5. Кои три услови треба да бидат задоволени за определување на пресек на спроводникот? Објасни!
6. Објасни за термичкиот услов при пресметка на пресек на спроводник?
7. Од што зависи трајно дозволената струја која протекува низ спроводникот?
8. Да се пресмета процентуалниот пад на напонот во случај кога апсолутниот пад на напонот е 6,5 V, а напонот со кој се напојува потрошувачот е 230 V.



- ✓ Проверката на избраниот пресек на спроводникот се одвива во три чекори: топлинско оптоварување, пад на напонот и механичка проверка.
- ✓ Електричниот услов за пресметување на пресекот на спроводникот е исполнет ако процентуалниот пад на напонот не ја надминува дозволената вредност.
- ✓ Термички услов за пресметување на пресекот на спроводникот е исполнет ако струјата која протекува низ спроводникот е помала или еднаква на трајно дозволената за тој напречен пресек и тип на развод, а поголема од номиналната струја означена на потрошувачот.
- ✓ Механички услов се исполнува со избор на минималниот дозволен напречен пресек на спроводникот за да ги издржи сите механички напрегања во однос на цврстината и местото на поставување на спроводникот.

3.6 Пресметка на пресек на спроводник

Постапката за определување пресек на спроводникот се дефинира според видот на електроенергетскиот систем.

Ги разликуваме следните постапки:

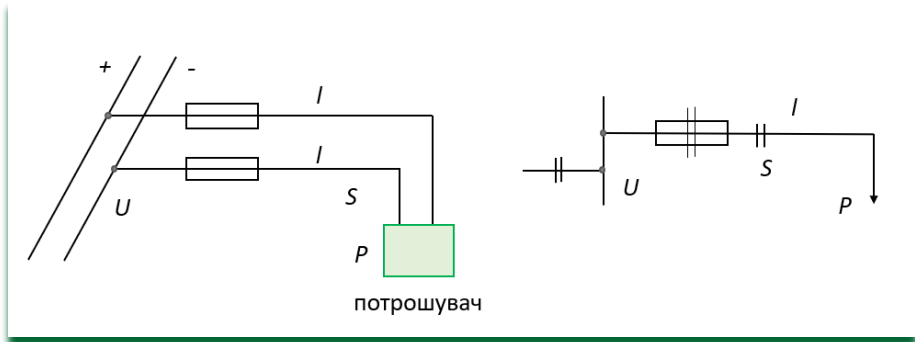
- определување пресек на спроводник во струјни кола со еднонасочна струја,
- определување пресек на спроводник во струјни кола со наизменична струја.

3.6.1 Определување пресек на спроводник во струјни кола со еднонасочна струја

Во постапката на определување на пресекот на спроводникот, преку кој се напојува еден потрошувач, во коло со еднонасочна струја ќе се примени слика 3.26 во која е дадена

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

двополна и еднополна шема на двожилна мрежа за поврзување еден потрошувач со моќност P (W) на мрежа со еднонасочна струја. Спроводникот има должина l (m). Напонот во мрежата е U (V).



Сл. 3.26

Чекори за одредување напречен пресек на спроводник:

Отпорноста на еден спроводник се пресметува според формулата:

$$R = \rho \frac{l}{S} \dots\dots\dots(3.22)$$

каде:

R [Ω] - отпорност на спроводникот,

l [m] - должина на спроводникот,

ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$] - специфична електрична отпорност на спроводникот,

S [mm^2]- напречен пресек на спроводникот.

Вкупната отпорност на двата спроводника (жили) се пресметува според формулата:

$$2 \cdot R = \rho \cdot \frac{2l}{S} \dots\dots\dots(3.23)$$

Струјата која поминува низ спроводниците ќе предизвика пад на напон u :

$$u = 2 \cdot R \cdot I = \rho \cdot \frac{2 \cdot l}{S} \cdot I \dots\dots\dots(3.24)$$

Бидејќи:

$$P = U \cdot I \rightarrow$$

$$I = \frac{P}{U}$$

.....(3.25)

каде:

I [A] - струја која протекува низ спроводникот,

P [W] - номинална моќност на потрошувачот.

Зависноста помеѓу падот на напонот и процентуалниот пад на напонот е:

$$u = \frac{U}{100} \cdot u\%$$

.....(3.26)

Со замена на изразите (3.25) и (3.26) во изразот (3.24) се добива:

$$\frac{U}{100} \cdot u\% = \rho \frac{2l}{S} \cdot \frac{P}{U}$$

.....(3.27)

од каде се изразува процентуалниот пад на напонот на спроводникот:

$$u\% = 100 \cdot \rho \frac{2l}{S} \cdot \frac{P}{U^2}$$

.....(3.28)

и напречниот пресек на спроводникот:

$$S = 200 \cdot \rho \frac{l}{u\%} \cdot \frac{P}{U^2}$$

.....(3.29)

Ако на спроводникот се приклучени повеќе потрошувачи, тогаш за пресметка на падот на напонот се користи равенката:

$$u\% = 200 \cdot \rho \frac{\sum(l \cdot P)}{SU^2}$$

.....(3.30)

од каде се добива изразот за пресметка на напречниот пресек на спроводник оптоварен со повеќе потрошувачи:

$$S = 200 \cdot \rho \frac{l}{u\%} \cdot \frac{P}{U^2}$$

..(3.31)

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Во случај кога се одредува напречен пресек на спроводник за приклучување мотори, се зема предвид коефициентот на полезно дејство на моторот η . **Коефициентот на полезно дејство** претставува количник помеѓу корисната излезна моќност P_n и вкупната моќност на моторот P_v , моќноста што ја презема од електричната мрежата.

Загубата на моќноста се јавува поради: триење во лежиштето, Џуловите загуби (топлина) во намотките на моторот, поради вентилацијата итн.

$$\eta = \frac{P_n}{P_v}$$

.....(3.32)

Коефициентот на полезно дејство е $\eta \leq 1$, бидејќи $P_n < P_v$.

Со замена на изразот (3.32) во изразот (3.31) се добива равенка за пресметка на напречниот пресек на спроводник со моторно оптоварување:

$$S = 200 \cdot \rho \frac{l P_n}{\eta \cdot U^2 \cdot u\%}$$

.....(3.33)

каде:

P_n [W] - номинална моќност на моторот P_n е запишана на самата плоча на моторот,

η – коефициент на полезно дејство.



Вежби:

1. Електричен мотор со моќност од 1,1 kW и коефициент на полезно дејство од 0,87 е приклучен на еднонасочен напон од 110 V. Електромоторот е оддалечен 20 m од разводната табла и треба да се приклучи со спроводник поставен во цевка. Да се одреди напречниот пресек на бакарниот спроводник. Пресметката да се изврши во програмскиот пакет **Excel**.

Решение:

Чекор 1: Во задачата има само еден потрошувач, електромоторот. Моќноста што ја презема од електричната мрежата претставува и врвно оптоварување на водот. Од условот на задачата се одредува врвното оптоварување.

$$P_v = \frac{P_n}{\eta}$$

Се заменуваат познатите вредности во равенството за определување напречен пресек (3.32):

$$S = 200 \cdot \rho \frac{l P_n}{\eta \cdot U^2 \cdot u\%} = 0,01724 \cdot \frac{200 \cdot 20 \cdot 1100}{0,87 \cdot 110^2 \cdot 5} = 1,441 \text{ mm}^2$$

Според табела во Прилог 1 првиот поголем напречен пресек е од $1,5 \text{ mm}^2$ со трајно дозволена струја од 13 A.

Чекор 2: Проверка на термички услов

Номиналната струја на моторот се пресметува според формулата:

$$I_n = \frac{P_n}{\eta \cdot U} = \frac{1100}{0,87 \cdot 110} = 11,494 \text{ A}$$

За да се заштити спроводникот од протекување на поголема струја треба да се исполни термичкиот услов:

$$I_n \leq I_{\text{осигурувач}} \leq I_{\text{дозволена}}$$

каде:

$I_{\text{дозволена}}$ е дозволената струја за даден напречен пресек,

$I_{\text{осигурувач}}$ е струјата на активирање на осигурувачот,

I_n е номиналната струја на потрошувачот.

Врз основа на номиналната струја која ќе протече низ спроводникот го одредуваме типот на осигурувачот од 16 A. За да

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

биде задоволен термичкиот услов, треба трајно дозволената струја да биде поголема од струјата што ќе протече низ осигурувачот. Од табела во Прилог 1, за тип на развод А се усвојува следниот поголем напречен пресек на спроводникот од 2,5 mm² направен од бакарен материјал за кој трајно дозволената струја е од 18 А. Со тоа е задоволен термичкиот услов. Се усвојува спроводникот PP 2x2,5 mm².

Чекор 3: Да се задоволи електричниот услов се врши пресметка на процентуалниот пад на напон.

$$u\% = 200 \cdot \rho \frac{l P_n}{S \cdot \eta \cdot U^2} = 200 \cdot 0,01724 \frac{20 \cdot 1100}{110^2 \cdot 0,87 \cdot 2,5} = 2,882 \%$$

Пресметаниот процентуален пад на напонот е помал од дозволеният кој изнесува 5 % и одбраниот напречен пресек од 2,5 mm² го задоволува електричниот услов.

Чекор 4: Се проверува дали е задоволен механичкиот услов. Од табела 3.13 се чита дека напречниот пресек го задоволува и механичкиот услов.



Пресметка во EXCEL

За да се изврши пресметката за одредување напречен пресек на спроводник во струјно коло со еднонасочна струја, потребно е да се отвори **Excel** документ. Документот се именува како instalacii.xlsx. Се креира табела 3.14 со големините кои се потребни за пресметка на пресек на спроводник во коло со еднонасочна струја.

Во првата колона од табелата се внесуваат потребните големини за да се изврши пресметката, во втората колона се внесуваат ознаките за секоја големина и нивната мерна единица, во третата колона се запишуваат формулите по кои се врши пресметувањето и најдесно во четвртата колона се добиваат вредностите на големините.

Табела 3.14: Пресметка на пресек на спроводник во коло со еднонасочна струја

големини потребни за пресметки	ознака [мерна единица]	формула	вредности на големини
Специфична електрична отпорност	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	
Напон	U [V]	U [V]	
Моќност на потрошувачот	P_n [W]	P_n [kW]	
Коефициент на едновременост	K	K	
Коефициент на полезно дејство	η	η	
Врвно оптоварување	P_v [W]	$P_v = P_n / \eta$	
Фактор на моќност	$\cos\phi$	$\cos\phi$	
Должина на спроводникот	l [m]	l [m]	
Номинална струја	I_n [A]	$I_n = P_n / (\eta * U * \cos\phi)$	
Процентуален пад на напон	u [%]	u [%] = $(200 * \rho * I * P) / (S * U^2)$	
Пресметан пресек на спроводник	S [mm^2]	$S =$ $(200 * \rho * I * P) / (u * U^2)$	
Избран пресек на спроводник	S [mm^2]	земена вредност од табела	
Процентуален пад на напон	u [%]	земена вредност од табела	
Трајно дозволена струја	I_t [A]	земена вредност од табела	
Струја на активирање на осигурувачот	I_o [A]	земена вредност од табела	
Одреден пресек на спроводник	S [mm^2]	да задоволува електричен, термички и механички услов	

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

На почетокот се пополнуваат големините кои се потребни за пресметка. Се внесуваат вредностите на големини кои се познати, дадени во задачата, на пример, вредноста на моќност на потрошувачот или напонот со кој се напојува потрошувачот е позната, коефициентот на полезно дејство има позната вредност, дадена во условот на задачата, специфичната електрична отпорност на материјалот од кој е направен спроводникот е однапред позната големина.

За одредени големини треба да се изврши пресметка. Редовите каде се врши пресметката се означени со различна боја во табелата за полесно воочување и отчитување на резултатите. На пример: се пресметува врвното оптоварување, номиналната струја што протекува низ спроводникот, итн. Во табелата, во колоната „вредностите на големините“ се внесуваат соодветните формули по кои ќе се врши пресметката. Внесувањето формули е прикажано на слика 3.27.

големини потребни за пресметки	ознака [мерна единица]	формула	вредности на големини
Специфична електрична отпорност	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	0.01724
Напон	U [V]	u [V]	110
Моќност на потрошувачот	P_n [W]	P_n [kW]	1100
Коефициент на едновременост	K	K	1
Коефициент на полезно дејство	η	η	0.87
Врвно оптоварување	P_v [W]	$P_v = P_n / \eta$	1264.367816
Фактор на моќност	$\cos \varphi$	$\cos \varphi$	1
Должина на спроводникот	l [m]	l [m]	20
Номинална струја	I_n [A]	$I_n = P_n / (\eta * U * \cos \varphi)$	11.49425287
Процентуален пад на напон	u [%]	$u [\%] = (200 * \rho * I_n^2) / (D13 * \text{POWER}(D3,2))$	
Пресметан пресек на спроводник	S [mm^2]	$S = (200 * \rho * I_n^2) / (u * U^2)$	1.441170324
Избран пресек на спроводник	S [mm^2]	земена вредност од табела	2.50
Процентуален пад на напон	u [%]	земена вредност од табела	5

Сл. 3.27

На сликата е прикажано внесувањето формула за една големина. Постапката за внесување формули ја повторуваме и за останатите редови каде е потребно да се изврши пресметка по формула. На слика 3.28 е дадено како се внесува формула за пресметка на напречен пресек на кабел. Откако ќе се заврши со внесување на формулите, **Excel** програмата брзо ги врши пресметките и се отчитуваат вредностите.

9	должина на спроводникот	l [m]	l [m]	ΔU
10	Номинална струја	I_n [A]	$I_n = P_n / (\eta * U * \cos\phi)$	11.49425287
11	Процентуален пад на напон	u [%]	$u [\%] = (200 * \rho * l * P) / (S * U^2)$	2.882340648
12	Пресметан пресек на спроводник	S [mm ²]	$S = (200 * \rho * l * P) / (u^2) = (200 * D2 * D7 * D9) / (D14 * POWER(D3,2))$	
13	Избран пресек на спроводник	S [mm ²]	земена вредност од табела	2.5
14	Процентуален пад на напон	u [%]	земена вредност од табела	5
15	Трајно дозволена струја	I_t [A]	земена вредност од табела	
	Средна на оптимизирано на оптимизирано	I [A]		16

Сл. 3.28

За вредностите на големините кои не се вклучени во пресметката на оваа задача се земаат почетни вредности единица ако нивните вредности се множат со одредени големини, а нула како почетна вредност ако вредностите на големините се собираат. Откако ќе се пресметаат вредностите на врвното оптоварување, номиналната струја, падот на напонот, пресекот на спроводникот, се отчитуваат од ќелиите соодветно и се врши дискусија дали тие вредности ги задоволуваат трите критериуми за одредување пресек на спроводник.

Се врши корекција на вредностите со соодветните вредности дадени во табелите во прилогот од книгата.

Ако се задоволени термичкиот, електричниот и механичкиот услов се избира соодветниот пресек на спроводникот.

Се врши споредба на резултатите добиени со емпириско пресметување и резултатите добиени со пресметката во **Excel**.



1. Напиши ја формулата за пресметка на пресек на спроводник за еднонасочна струја.
2. Напиши ја формулата за пресметка на пресек на спроводник ако се приклучени два потрошувача и е познат дозволениот

процентуален пад на напонот $u\%$.

3. Напиши ја формулата за пресметка на пресек на спроводник ако е приклучен мотор со коефициент на полезно дејство η и познат е дозволениот процентуален пад на напонот $u\%$.



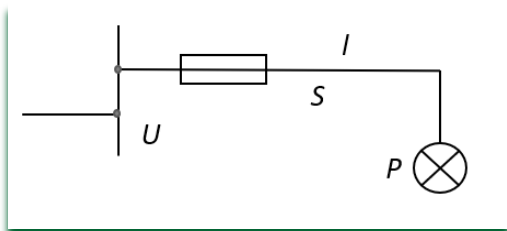
Вежби:

1. Електричен грејач со моќност од 2500 W се приклучува на разводна табла која е оддалечена 35 m. Напонот со кој се напојува потрошувачот е еднонасочен со вредност од 110 V. Да се пресмета напречниот пресек на спроводникот. Пресметката да се изврши со помош на **Excel**.

2. Да се одреди напречниот пресек на бакарен спроводник со должина од $l=50$ m, ако е приклучен потрошувач со моќност од $P_n=2$ kW. Напонот со кој се напојува потрошувачот е еднонасочен со вредност $U_n = 110$ V. Дозволеният процентуален пад на напонот е 3 %. Пресметката да се изврши со помош на **Excel**.

3.6.2 Определување пресек на спроводник во струјни кола со наизменична монофазна струја

Монофазната мрежа е изведена со два спроводника. За да се одреди пресекот на спроводникот, треба да се има предвид и видот на потрошувачот. На слика 3.29 е прикажана електрична шема за поврзување термички потрошувач.



Сл. 3.29

За **термички потрошувач** напонот и струјата се во фаза, отпорноста се пресметува по формулата:

$$R = \rho \frac{l}{S} \dots\dots\dots(3.34)$$

падот на напонот се изразува со:

$$u = R \cdot I = \rho \frac{2l}{S} \cdot \frac{P}{U} \dots\dots\dots(3.35)$$

додека процентуалниот пад на напонот со изразот:

$$u \% = \frac{u}{U} 100 = \frac{R \cdot I}{U} 100 = \rho \frac{2l}{S} \cdot \frac{P}{U^2} 100 = 200 \cdot \rho \frac{lP}{SU^2} \quad \dots\dots(3.36)$$

Напречниот пресек на спроводникот се пресметува според формулата:

$$S = 200 \cdot \rho \cdot \frac{l \cdot P}{u \% \cdot U^2} \quad \dots\dots\dots(3.37)$$

каде:

R [Ω] - отпорност на спроводникот,

I [A] - струја која протекува низ спроводникот,

P [W] - номиналната моќност на потрошувачот,

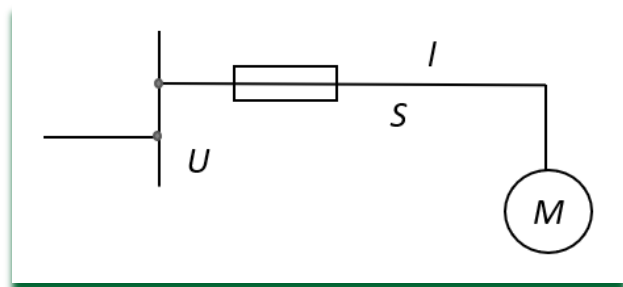
l [m] - должина на спроводникот,

ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$] - специфична електрична отпорност на спроводникот,

S [m] - напречен пресек на спроводникот.

Заклучок: Постапката за одредување на напречниот пресек на спроводникот за термички потрошувачи е иста како за потрошувач приклучен на еднонасочен систем за напојување.

За **мешан потрошувач** (омско-индуктивен) мора да се земе предвид факторот на моќност $\cos\phi$. На слика 3.30 е прикажана електрична шема за поврзување мотор како потрошувач.



Сл. 3.30

За секој потрошувач се пресметува падот на напонот за линија со две жици по формулата:



3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

$$u = 2 \cdot R \cdot I \cos \varphi \dots\dots\dots(3.38)$$

Со замена на изразот (3.34) во изразот (3.38) се добива:

$$u = \rho \frac{2l}{S} \cdot I \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots(3.39)$$

Ако се изедначи изразот за падот на напонот (3.39) со процентуалниот пад на напон даден со релацијата (3.26), се добива равенството:

$$\rho \frac{2l}{S} \cdot I \cdot \cos \varphi = \frac{U}{100} \cdot u\% \dots\dots\dots(3.40)$$

Од равенката (3.39) се добива изразот за определување на пресекот на спроводниците во монофазни мрежи кога е позната струјата I, напонот на напојување U, фазниот агол (φ) и дозволениот пад на напон u% во %.

$$S = 100 \cdot 2 \cdot \rho \frac{l}{U \cdot u\%} \cdot I \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots(3.41)$$

Ако изразот за моќност на потрошувачот $P = U \cdot I \cos \varphi$ се замени во равенката (3.41), се добива равенството за определување напречен пресек на спроводник во случај кога е позната моќноста на потрошувачот во колото со наизменична (монофазна) струја:

$$S = 100 \cdot 2 \cdot \rho \frac{l}{U \cdot u\%} \cdot \frac{P}{U} = 200 \cdot \rho \frac{l \cdot P}{U^2 \cdot u\%} \dots\dots\dots(3.42)$$

Ако на монофазната мрежа се приклучи мотор со коефициентот на полезно дејство на моторот η, равенството за определување на напречен пресек на спроводникот гласи:

$$S = 200 \cdot \rho \cdot \frac{l \cdot P}{U^2 \cdot \eta \cdot u\%} \dots\dots\dots(3.43)$$

Ако монофазниот спроводник е оптоварен на повеќе места, за пресметка на напречниот пресек се користат изразите:

$$S = 200 \cdot \rho \frac{\sum(l \cdot P)}{U^2 \cdot u\%} \quad \text{или} \quad S = 200 \cdot \rho \frac{\sum(l \cdot I \cos \varphi)}{U \cdot u\%} \dots\dots(3.44)$$

каде:

R [Ω] - отпорност на спроводникот,

I [A] – јачина на струја која протекува низ спроводникот,

P [W] - номиналната моќност на потрошувачот,

l [m] - должина на спроводникот,

ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$] - специфична електрична отпорност на спроводникот,

S [mm^2] - напречен пресек на спроводникот.

За монофазната мрежа која е оптоварена на повеќе места, за пресметка на процентуалниот пад на напон се користи изразот:

$$u\% = 100 \cdot \rho \frac{2 \sum(l \cdot P)}{SU^2} \dots\dots\dots(3.45)$$

каде:

$$\sum(l \cdot P) = l_1 P_1 + l_2 P_2 + \dots + l_n P_n \dots\dots\dots(3.46)$$

каде:

l_1, l_2, \dots, l_n се должини на спроводниците, соодветно, а P_1, P_2, \dots, P_n се моќности на секој потрошувач поединечно.

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

2. Спроводникот со должина од 40 m напојува електричен грејач со моќност од 3000 W. Процентуалниот пад на напонот е 5 %, додека мрежниот напон е $U=230$ V. Да се одреди напречниот пресек на спроводникот ако е изработен од бакар. Да се изврши пресметка со помош на Excel.

Решение:

$$U=230 \text{ V}, u\%=5, l=40 \text{ m}.$$

Чекор 1: Со замена на готовите вредности во изведената формула за пресметка на пресек на спроводник вршме пресметка:

$$S = 200 \cdot \rho \frac{l \cdot P}{U^2 \cdot u\%} = 200 \cdot \rho \frac{40 \cdot 3000}{230^2 \cdot 5} = 90,737 \cdot \rho$$

Бидејќи спроводникот е направен од бакар $\rho_{Cu} = 0,01724 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, за неговиот напречен пресек се добива:

$$S = 1,564 \text{ mm}^2 .$$

Добиениот напречен пресек е $1,564 \text{ mm}^2$, поголем од спроводник со напречен пресек $1,5 \text{ mm}^2$, за да се задоволи електричниот услов се одбира следниот спроводник со поголем напречен пресек, а тоа е $2,5 \text{ mm}^2$. Максималната дозволена струја што протекува низ тој спроводник, направен од бакар, е 18 A (Прилог 1).

Чекор 2: Се спроведува дали е задоволен термичкиот услов. Низ спроводникот треба да протече номинална струја со јачина:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{3000}{230} = 13,04 \text{ A}$$

Добиената вредност за струјата се споредува со вредноста на максимално дозволена струја. Добиената вредност е помала од трајно дозволена која се отчитува од табела во Прилог 1, притоа спроводникот нема да прегрее. Одбраниот спроводник го задоволува термичкиот услов.

Напомена: Во случај кога номиналната струја е поголема од максимално дозволената струја се зголемува напречниот пресек.

Чекор 3: На крајот се врши проверка со механичкиот критериум. Ако пресекот е помал од минималниот дозволен пресек, тогаш тој треба да се зголеми за да биде исполнет и тој услов. При направениот увид во табела 3.13 е утврдено дека механичкиот услов е исполнет.

Пресметка во EXCEL

За да се изврши пресметка за одредување напречен пресек на спроводник во струјно коло со наизменична (монофазна) струја, потребно е да се отвори нов **Excel** документ. Се именува како *monofazna.xlsx*. Се креира табела 3.15 со големините кои се потребни за пресметка на пресек на спроводник во коло со наизменична струја.

Табела 3.15: Пресметка на пресек на спроводник во коло со наизменична (монофазна) струја

големини потребни за пресметки	ознака [мерна единица]	формула	вредности на големини
Специфична електрична отпорност	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	
Напон	U_f [V]	U [V]	
Моќност на потрошувачот	P_n [W]	P_n [kW]	
Коефициент на едновременост	K	K	
Коефициент на полезно дејство	η	η	
Врвно оптоварување	P_v [W]	$P_v = P_n / \eta$	
Фактор на моќност	$\cos\varphi$	$\cos\varphi$	
Должина на спроводникот	l [m]	l [m]	
Номинална струја - монофазна	I_n [A]	$I_n = P_n / (\eta * U * \cos\varphi)$	
Трајно дозволена струја	I_t [A]	земена вредност од табела	

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Корекциски фактор за број на кабли	$K1$	$K1$	
Корекциски фактор за температура	$K2$	$K2$	
Коригирана струја	I_k [A]	$I_k = I_t * K1 * K2$ ($I_k = I_n / K1 * K2$)	
Процентуален пад на напон-монофазна	u [%]	u [%] = $(200 * \rho * I * P) / (S * U^2)$	
Пресметан пресек на спроводник	S [mm ²]	$S = (200 * \rho * I * P) / (u * U^2)$	
Избран пресек на спроводник	S [mm ²]	земена вредност од табела	
Процентуален пад на напон-монофазна	u [%]	земена вредност од табела	

Во првата колона од табелата се вметнуваат потребните големини за да се изврши пресметката, во втората колона се вметнуваат ознаките за секоја големина и нивната мерна единица, во третата колона се запишуваат формулите по кои се врши пресметувањето и најдесно, во четвртата колона, се добиваат вредностите на големините.

Се пополнуваат големините кои се потребни за пресметка. Се внесуваат вредностите на големини кои се познати, зададени во задачата, на пример, вредноста на моќноста на потрошувачот или напонот со кој се напојува потрошувачот е позната големина, коефициентот на полезно дејство има позната вредност, дадена во условот на задачата, специфичната електрична отпорност на материјалот од кој е направен спроводникот е, исто така, однапред позната големина.

За одредени големини треба да се изврши пресметка. Редовите каде се врши пресметката се означени со различна боја во табелата за полесно воочување и отчитување на резултатите. На пример: се пресметува врвното оптоварување, номиналната струја што протекува низ спроводникот, итн. Во табелата, во колоната „вредностите на големините“ се внесуваат соодветните формули по кои ќе се врши пресметката. На слика 3.31 е прикажано како се внесува формула за пресметка на напречен пресек на кабел.

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Ако се задоволени термичкиот, електричниот и механичкиот услов се избира соодветниот пресек на спроводникот.

Се врши споредба на резултатите добиени со емпириско пресметување и резултатите добиени со пресметката во **Excel**.

3. Да се одреди потребниот пресек на бакарен кабел за напојување на потрошувач приклучен на монофазна приклучница од 16 A и напон од 220 V. Ако кабелот се инсталира под малтер во инсталациска цевка на сид, со температура во околината од 40 °C, должината на кабелот е 17 m, да се изврши пресметка со помош на **Excel**.

Решение: Во овој случај дозволеният процентуален пад на напонот е 5 %. Бидејќи во овој случај имаме температура од 40 °C, се зема предвид корекционен фактор за температурата со вредност од $K1=0,87$.

Дадени вредности: $l=17$ m, $I_n=16$ A

Моќноста се пресметува според формулата:

$$P = U \cdot I \cos \varphi$$

и со замена во

$$S = 200 \cdot \rho \frac{l \cdot P}{U^2 \cdot u\%}$$

за напречниот пресек се добива:

$$S = 200 \cdot \rho \frac{l \cdot U \cdot I}{U^2 \cdot u\%} = 200 \cdot \rho \frac{l \cdot I}{U \cdot u\%} = 200 \cdot 0,01724 \cdot \frac{17 \cdot 16}{220 \cdot 5} = 0,8526 \text{ mm}^2$$

Бидејќи не е нагласен видот на потрошувач, се зема дека струјата и напонот се во фаза, притоа се заменува $\cos \varphi = 1$.

Според добиениот резултат, усвојуваме дека спроводникот е со напречен пресек од 1,5 mm².

Коригираната вредност на струјата се изразува и пресметува според релацијата (3.21):

$$I_k = \frac{I_n}{K1 \cdot K2} = \frac{16}{0,87 \cdot 1} = 18,39 \text{ A}$$

Бидејќи спроводникот поставен во инсталациона цевка во сид припаѓа на развод B, тогаш според коригираната вредност на струјата, која изнесува 18,39 A, се избира првата поголема вредност 23 A на која ѝ одговара напречниот пресек на спроводникот $2,5 \text{ mm}^2$ (Прилог 1).

Пресметка во EXCEL

Пресметките за оваа вежба се направени во документот именуван како monofaza2.xlsx. Се креира табела со големините кои се потребни за пресметка на пресек на спроводник во коло со наизменична струја. Во условот на задачата како познати големини се јачината на струјата, должината на спроводникот, напонот, падот на напонот и во овој случај се јавува температурата како променлива големина. Со промена на температурата се врши корекција на струјата што тече низ спроводникот за вредност 0,87 отчитана од табела. Во овој пример треба да се пресметаат инсталираната моќност и врвното оптоварување, напречниот пресек и падот на напонот.

Формулите за големините ги вметнуваме во соодветните колони. Пресметката во Excel е прикажана на слика 3.32.

	A	B	C	D	E
1	големини потребни за пресметки	ознака [мерна единица]	формула	вредности на големини	
2	Специфична електрична отпорност	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	0.01724	
3	Напон	U_f [V]	U [V]	220	
4	Моќност на потрошувачот	P_n [W]	$P_n = U * I * \cos\varphi$	3520	
5	Коефициент на едновременост	K	K	1	
6	Коефициент на полезно дејство	η	η	1	
7	Врвно оптоварување	P_v [W]	$P_v = P_n / \eta$	3520	
8	Фактор на моќност	$\cos\varphi$	$\cos\varphi$	1	
9	Должина на спроводникот	l [m]	l [m]	17	
10	Номинална струја - монофазна	I_n [A]	I_n [A]	16	
11	Трајно дозволена струја	I_t [A]	земена вредност од табела	18	
12	Корекциски фактор за број на кабли	$K1$	$K1$	1	
13	Корекциски фактор за температура	$K2$	$K2$	0.87	
14	Коригирана струја	I_k [A]	$S * U$	1.71	
15	Процентуален пад на напон-монофазн	u [%]			
16	Пресметан пресек на спроводник	S [mm ²]	$=(200 * D2 * D10 * D9) / (D6 * D8 * D18 * D3)$		
17	Избран пресек на спроводник	S [mm ²]	табела	2.50	
18	Процентуален пад на напон-монофазн	u [%]	земена вредност од табела		
19					

Сл. 3.32

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Откако ќе се пресметаат вредностите за моќноста на потрошувачот, врвното оптоварување, падот на напонот, пресекот на спроводникот, тие се отчитуваат од ќелиите соодветно и се врши дискусија дали тие вредности ги задоволуваат трите критериуми за одредување пресек на спроводник.

Се врши корекција на вредностите со соодветните вредности дадени во табелите во прилогот од книгата.

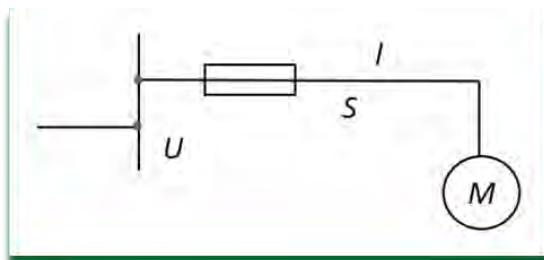
Ако се задоволени термичкиот, електричниот и механичкиот услов, се избира соодветниот пресек на спроводникот.

Се врши споредба на резултатите добиени со емпириско пресметување и резултатите добиени со пресметката во **Excel**.



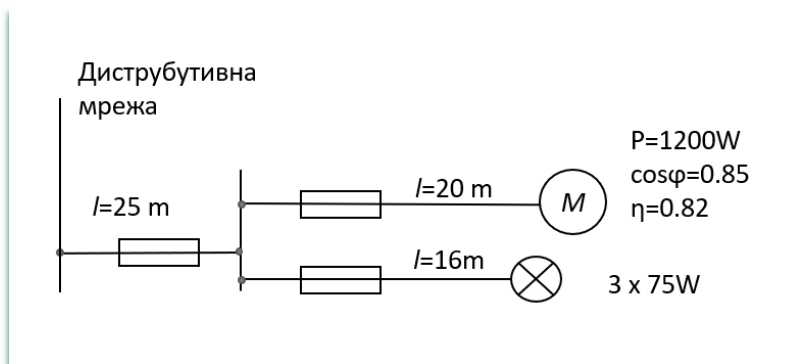
Вежби:

4. Да се одреди напречниот пресек на кабел изработен од алуминиум со кој се напојува електромотор (слика 3.33) со моќност од $P=7 \text{ kW}$, со коефициент на полезно дејство $\eta=0,85$ и фактор на моќност $\cos\varphi=0,82$. Должината на кабелот е $l=30 \text{ m}$. Да се изврши пресметка со помош на **Excel**.



Сл. 3.33

5. Да се одредат напречните пресеци на секој од спроводниците поединечно (слика 3.34). На нив се приклучени потрошувачи со карактеристики дадени на електричната шема на сликата. Да се одреди и напречниот пресек на главниот доведен вод кој е поврзан на дистрибутивната монофазна мрежа. Да се изврши пресметка со помош на **Excel**.

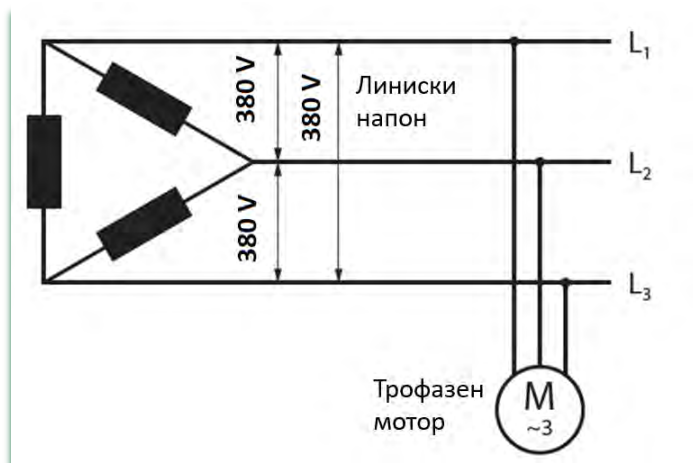


Сл. 3.34

3.6.3 Определување пресек на спроводник во струјни кола со наизменична трофазна струја

Трофазната нисконапонска мрежа се изведува со три или четири спроводници. За напојување електромоторни погони или електрични печки во индустријата се користи трофазна мрежа со три спроводници. Во оваа трофазна мрежа спроводниците се нарекуваат фазни спроводници, а напонот помеѓу спроводниците е линиски напон.

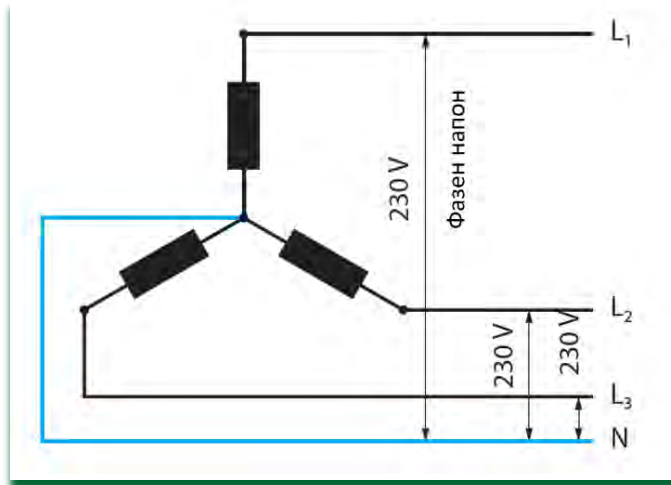
На слика 3.35 е прикажан трофазен мотор во трофазен систем поврзан во триаголник.



Сл. 3.35

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Трофазните мрежи со четири спроводници, освен трите фазни спроводници, имаат и четврти, нулти спроводник, со кој се поврзува ѕвездиштето на трансформаторот со заземјувањето. Напонот помеѓу фазните спроводници е **линиски напон** (U_l), а напонот помеѓу фазите и нултиот спроводник се нарекува **фазен напон** (U_f). На слика 3.36 е прикажан трофазна систем поврзан во ѕвезда и четврти неутрален спроводник.



Сл. 3.36

Зависноста помеѓу фазниот и линискиот напон е определена со формулата:

$$U_l = U_f \cdot \sqrt{3} \quad \dots\dots\dots(3.47)$$

Отпорност на спроводникот се пресметува по формулата:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Моќноста на трофазен потрошувач се одредува по формулата:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_l \cdot I \cdot \cos \varphi \quad \dots\dots\dots(3.48)$$

Струјата низ трофазниот потрошувач е:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi U_l} \dots\dots\dots(3.49)$$

За падот на напонот може да се запише:

$$u = \sqrt{3} \cdot R \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot \rho \frac{l}{S} \cdot \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi U_l} \cdot \cos \varphi = \rho \frac{l P}{S U_l} \dots(3.50)$$

Ако се изедначи равенството (3.50) со изразот за пад на напонот, се добива:

$$\rho \frac{l P}{S U_l} = \frac{U_l}{100} u\% \dots\dots\dots(3.51)$$

од каде се изведува формулата за пресметка на пресек на спроводник за трофазна мрежа со три жици или четири жици:

$$S = 100 \cdot \rho \frac{l \cdot P}{U_l^2 \cdot u\%} \quad \text{или} \quad S = 100 \cdot \rho \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{U_l \cdot u\%} \dots(3.52)$$

U_l е вредноста на линискиот напон.

Ако се приклучи мотор како потрошувач, напречниот пресек на спроводникот ќе се пресметува по формулата:

$$S = 100 \cdot \rho \frac{l \cdot P}{U_l^2 \cdot u\%} \dots\dots\dots(3.53)$$

каде η е коефициентот на полезно дејство на моторот.

Ако спроводникот е оптоварен на повеќе места за пресметка на процентуалниот пад на напонот се користи релацијата:

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

$$u\% = 100 \cdot \rho \frac{\sum(l \cdot P)}{S U_l^2} \dots\dots\dots(3.54)$$

додека за пресметка на напречниот пресек се користи формулата:

$$S = 100 \cdot \rho \frac{\sum(l \cdot P)}{U_l^2 \cdot u\%} \dots\dots\dots(3.55)$$

4. Да се одреди напречниот пресек на бакарен спроводник за напојување електромотор со моќност од 6,1 kW, коефициент на полезно дејство $\eta = 0,86$ и фактор на моќност $\cos \varphi = 0,84$. Должината на спроводникот е 30 m. Тој е поставен во кабелски шкаф со 4 спроводници на температура од 35 °C. Вредноста на линискиот напон со кој се напојува електромоторот е 380 V. Да се изврши пресметка со помош на **Excel**.

Решение:

Чекор 1: Се одредува врвното оптоварување:

$$P_v = \frac{P_n}{\eta} = \frac{6100}{0,86} = 7093,02 \text{ W}$$

Чекор 2: Со познатите вредности го пресметуваме минималниот напречен пресек на спроводникот. За електромоторот дозволеният пад на напон е 5 %.

$$S = 100 \cdot \rho \frac{l \cdot P_v}{U_l^2 \cdot u\%} = \frac{100 \cdot 0,01724 \cdot 30 \cdot 7093,02}{380^2 \cdot 5} = 0,508 \text{ mm}^2$$

Првиот поголем напречен пресек е 1,5 mm² и трајно дозволената струја е 14 A. (Прилог 7)

Чекор 3: Номиналната струја на електромоторот е:

$$I_n = \frac{P_v}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos\varphi} = \frac{7093,02}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,84} = 12,845 \text{ A}$$

Трајно дозволената струја е зададена со условот:

$$I_{td\ 35^\circ\text{C},4\ \text{кабли}} = K1 \cdot K2 \cdot I_{td\ 30^\circ\text{C},1\ \text{кабел}} \geq I_n$$

Врз номиналната струја треба да се изврши корекција, бидејќи температурата на околината е 35 °C и бројот на кабли во шкафот е 4. Со внесување на вредноста на корекциските фактори $K1=0,70$ (Прилог 5) и $K2=0,94$ (Прилог 3), за коригираната трајно дозволена струја се добива вредноста:

$$I_k = \frac{I_n}{K1 \cdot K2} = \frac{12,845}{0,70 \cdot 0,94} = 19,52 \text{ A}$$

Струјата на пуштање на електромоторот во работа се зголемува за 50 %.

$$I_z = 1,5 \cdot I_k = 29,28 \text{ A}$$

Кабелот што е инсталиран на кабелскиот шкаф припаѓа на групата кабли од В2 тип, па за да се задоволат термичките услови за струјата се избира пресек од 6 mm² и трајно дозволена струја од 33 A (Прилог 7).

Чекор 4: За да се задоволи механичкиот услов, мора да се одбере кабел со пресек од 10 mm².

Пресметка во EXCEL

За да се изврши пресметка за одредување напречен пресек на спроводник во струјно коло со наизменична (трофазна) струја се креира во **Excel** документ со име trofazna.xlsx. Се креира табела 3.16 со големини кои се потребни за пресметка на пресек на спроводник во коло со наизменична (трофазна) струја.

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Табела 3.16: Пресметка на пресек на спроводник во коло со наизменична (трофазна) струја

големини потребни за пресметки	ознака [мерна единица]	формула	вредности на големини
Специфична електрична отпорност	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	
Напон	U_f/U_l [V]	U [V]	
Моќност на потрошувачот	P_n [W]	P_n [kW]	
Коефициент на едновременост	K	K	
Коефициент на полезно дејство	η	η	
Врвно оптоварување	P_v [W]	$P_v = P_n / \eta$	
Фактор на моќност	$\cos \varphi$	$\cos \varphi$	
Должина на спроводникот	l [m]	l [m]	
Корекциски фактор за број на кабли	K_1	K_1	
Корекциски фактор за температура	K_2	K_2	
Номинална струја - трофазна	I_n [A]	$I_n = P_n / (1,73 * \eta * U * \cos \varphi)$	
Коригирана струја	I_k [A]	$I_k = I_n * K_1 * K_2$ ($I_k = 1,5 * I_n / (K_1 * K_2)$)	
Струја на пуштање во работа на ЕМП	I_z [A]	$I_z = 1,5 * I_k$	
Процентуален пад на напон-трифазна	u [%]	$u [\%] = (100 * \rho * I * P) / (S * U^2)$	
Пресметан пресек на спроводник	S [mm^2]	$S = (100 * \rho * I * P) / (u * U^2)$	
Избран пресек на спроводник	S [mm^2]	земена вредност од табела	
Процентуален пад на напон-трофазна	u [%]	земена вредност од табела	

Во колоната „формула“ се вметнуваат формулите по кои се врши пресметката. Во колоната „вредности на големините“ се вметнуваат вредностите кои се дадени во задачата, но и формулите по кои треба да се извршат пресметките.

Во оваа задача како дополнителни големини кои влијаат врз пресметката на напречниот пресек на спроводникот се корекциските фактори за температура и број на кабли, коефициент на полезно дејство и фактор на моќност (слика 3.37).

	A	B	C	D
1	големини потребни за пресметки	ознака [мерна единица]	формула	вредности на големини
2	Специфична електрична отпорност	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	0.01724
3	Напон	U_f/U_l [V]	U [V]	380
4	Моќност на потрошувачот	P_n [W]	P_n [kW]	6100
5	Коефициент на едновременост	K	K	1
6	Коефициент на полезно дејство	η	η	0.86
7	Врвно оптоварување	P_v [W]	$P_v = P_n / \eta$	7093.023256
8	Фактор на моќност	$\cos\varphi$	$\cos\varphi$	0.84
9	Должина на спроводникот	l [m]	l [m]	20
10	Корекциски фактор за број на кабли	$K1$	$K1$	0.7
11	Корекциски фактор за температура	$K2$	$K2$	0.94
12	Номинална струја - трофазна	I_n [A]	$I_n = P_n / (1.73 * \eta * U * \cos\varphi)$	12.84465364
13	Коригирана струја	I_k [A]	$I_k = I_n * K1 * K2$ ($I_k = I_n / K1 * K2$)	19.52075022
14	Струја на пуштање во работа на ЕМП	I_z [A]	$I_z = 1.5 * I_k$	29.28112532
15	Процентуален пад на напон-трофазен	u [%]	$u [\%] = (100 * \rho * I^2 * P) / (S * U^2)$	0.002629051
16	Пресметан пресек на спроводник	S [mm^2]	$S = (100 * \rho * I^2 * P) / (u * U^2)$	0.012703158
17	Избран пресек на спроводник	S [mm^2]	земена вредност од табела	2.5
18	Процентуален пад на напон-трофазен	u [%]	земена вредност од табела	5

Сл. 3.37

Откако ќе се пресметаат вредностите за големините кои се обоени во табелата, тие се отчитуваат од ќелиите соодветно, и се врши дискусија дали тие вредности ги задоволуваат трите критериуми за одредување пресек на спроводник. Се врши корекција на вредностите со соодветните вредности дадени во Прилог 7 од книгата.

Ако се задоволени термичкиот, електричниот и механичкиот услов се избира соодветниот пресек на спроводникот.

Се врши споредба на резултатите добиени со емпириско пресметување и резултатите добиени со пресметката во **Excel**.

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel



1. Напиши ја зависноста помеѓу фазниот и линискиот напон.
2. Напиши го изразот за пресметка на пад на напон во трофазен систем.
3. Напиши го изразот за пресметка на напречен пресек на спроводник ако на спроводникот има приклучено повеќе потрошувачи.



Вежби:

1. Трофазна печка со моќност од 3000 W е приклучена на разводна табла оддалечена 45 m. Да се одреди напречниот пресек на бакарниот спроводник. Да се изврши пресметка со помош на **Excel**.
2. Одреди го напречниот пресек на алуминиумски кабел со изолација од поливинил хлорид, поставен во инсталациска цевка на сид, кој напојува електромотор со моќност од $P=8$ kW со коефициент на корисно дејство $\eta=0,80$ и фактор на моќност $\cos \varphi = 0,82$. Должината на кабелот е $l=15$ m, линискиот напон е 380 V. Да се изврши пресметка со помош на **Excel**.

Табела 3.17: Корекционен фактор за температурата

Температура (°C)	15	20	25	30	35	40	45
K2	1,15	1,10	1,05	1,00	0,94	0,87	0,82

Табела 3.18: Корекционен фактор за број на кабли во каналот

Број на кабли	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K1	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60

Формули за пресметка пад на напон на спроводник	Вид на напојување
$u\% = 200 \cdot \rho \frac{l}{S} \cdot \frac{P}{U^2}$	За еднонасочна струја
$u\% = 200 \cdot \rho \frac{l \cdot P}{U^2 \cdot S}$	За наизменична (монофазна) струја
$u\% = 100 \cdot \rho \frac{l \cdot P_v}{U_l^2 \cdot S}$	За наизменична (трофазна) струја

Формули за пресметка напречен пресек на спроводник	Вид на напојување
$S = 200 \cdot \rho \frac{l}{u\%} \cdot \frac{P}{U^2}$	За еднонасочна струја
$S = 200 \cdot \rho \frac{l \cdot P}{U^2 \cdot u\%}$	За наизменична (монофазна) струја
$S = 100 \cdot \rho \frac{l \cdot P_v}{U_l^2 \cdot u\%}$	За наизменична (трофазна) струја

3.7 Заземјување

3.7.1 Поим за заземјување

Заземјувањето претставува електрична врска на заштитениот приемник или спроводните делови од инсталацијата со земјата, односно поврзување на громобранската инсталација со земја, воспоставена со помош на уред за заземјување – **заземјувач**.

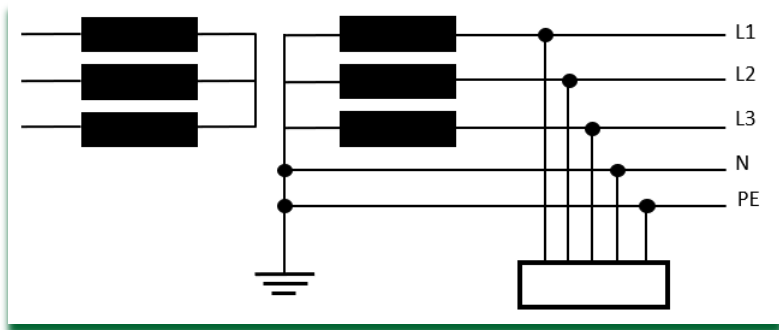
Целта на заземјувањето е да ги заштити луѓето од делови кои постојано се под напон, како и од оние делови кои вообичаено не се под напон, но во случај на дефект може да се напојуваат, за правилно функционирање на електричните уреди и постројки и за стабилизација на напон при менливи состојби.

Поделба на заземјувањето според намената

Според намената, заземјувањето може да биде:

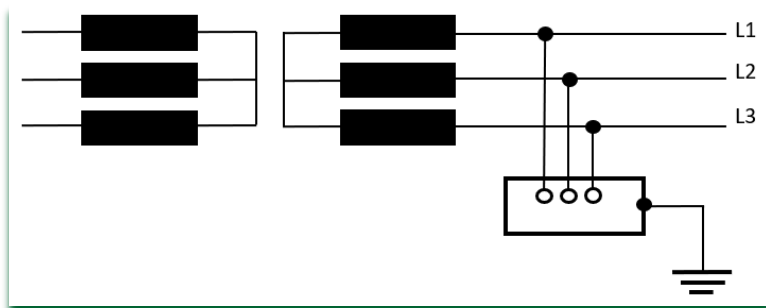
- работно (погонско);
- заштитно заземјување;
- громобранско заземјување;
- заедничко заземјување.

Работното (погонско) заземјување е заземјување на делот од инсталацијата што припаѓа на погонското коло. Може да се изведува директно или преку дополнителни активни или реактивни отпорници, па затоа може да биде директно или индиректно работно заземјување. На пример: погонско заземјување на свездиштето на трансформатор е прикажано на слика 3.38.



Сл. 3.38

Заштитното заземјување служи за заштита на луѓето од опасен напон на допир, а се изведува на тој начин што сите метални делови од инсталацијата, кои вообичаено не се под напон, се поврзани со спроводник на земја. На слика 3.39 е прикажан систем со изведено заштитно заземјување.



Сл. 3.39

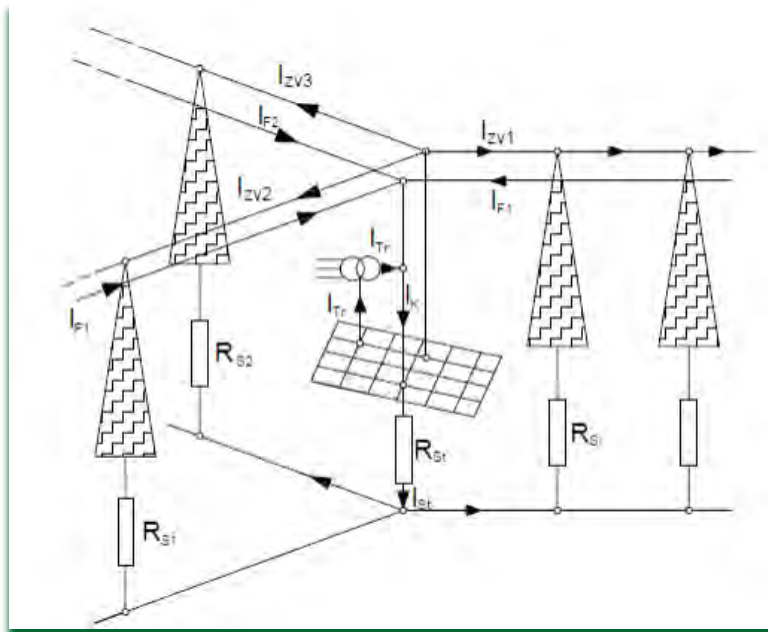


Громобранското заземјување е заземјување на громобранската инсталација која служи за одведување на струите на атмосферско празнење во земја. Систем со громобранско заземјување е прикажан на слика 3.40.

Сл. 3.40

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Со спојување на заштитното, работното и громобранското заземјување се добива **заедничко (здружено) заземјување** (3.41). Регулативите се строги кај овој тип заземјување, па затоа неговата отпорност мора да биде помала од $0,2 \Omega$ ($R \leq 0,2 \Omega$).



Сл. 3.41

Заземјувањето се состои од три дела:

- земјоводни водови;
- геолошка подлога или земја (тло);
- заземјувач.

Земјоводните водови го поврзуваат заштитениот приемник или заштитниот прекинувач со заземјувачкиот спроводник. Овие спроводници можат да бидат голи и изолирани.

Заземјувач претставува еден или повеќе спроводници поставени во земја и преку нив е остварен непосреден контакт со земјата.

3.7.2 Заземјувачи и видови заземјувачи

Според важечките стандарди, може да се изврши поделба на заземјувачите според:

- материјалот од кој се направени;
- начинот на изведба на заземјувачите;
- средината во која се поставуваат;
- обликот на заземјувачот.

Заземјувачите, според материјалот од кој се направени, можат да бидат:

- **бакарни** (без или со надворешен слој од цинк, олово или калај);
- **поцинкувани** (галванизиран челик FeZn);
- **комбинација на претходните два материјали.**

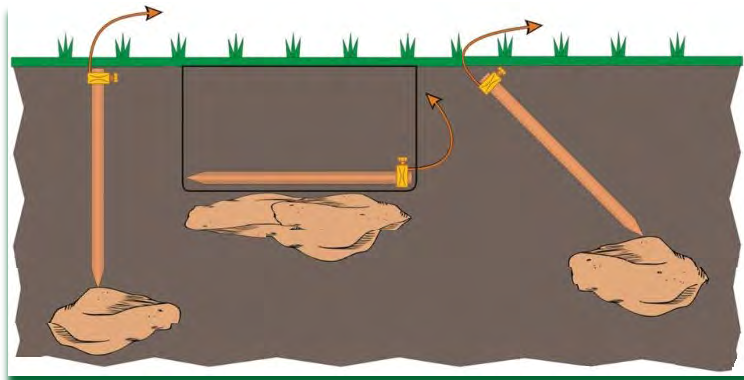
Материјалот од кој спроводниците се направени, нивниот напречен пресек и начинот на изведба треба да ги задоволуваат сите технички препораки и стандарди, затоа што заземјувачот мора да ги издржи струјните оптоварувања при кусите врски со земјата, механичките напрегања и дејствата од корозијата.

Според начинот на изведба, заземјувачите се делат на (слика 3.42):

- **хоризонтални (површински) заземјувачи** се составени од хоризонтално поставени спроводници (електроди) кои се вкопани во земја на мала длабочина (вообичаено од 0,5 m до 1 m). Хоризонталните заземјувачи можат да бидат во форма на ленти, жици, мрежа, зракасти, во вид на прстени и како комбинација од наведените облици;
- **вертикални (длабински) заземјувачи** се заземјувачи составени од еден или повеќе заземјувачи кои се поставени вертикално во земја и меѓусебно поврзани. Направени се во форма на плочи, цевки (стапови), прачки. Должината на елементите (сондите) закопани во земја вообичаено е од 1 m до 5 m, но може да биде и поголема кога пониските слоеви на тлото се подобро спроводни од површинските;

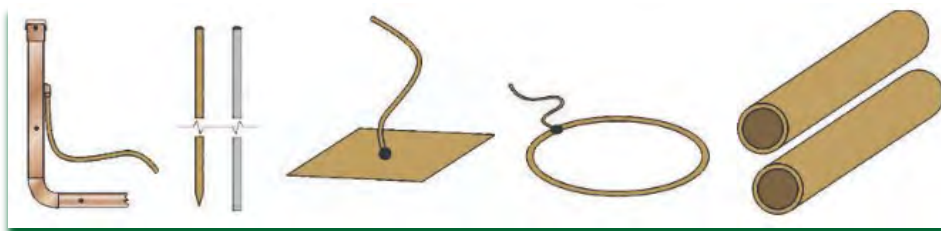
3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

- **коси заземјувачи** во основа се цевчести (стапчести) заземјувачи, кои се косо поставени во земја.



Сл. 3.42

Според обликот, заземјувачот можеме да го сретнеме во форма на прачка, цевка или шипка (стап), лента, јаже, жици или плоча (слика 3.43).



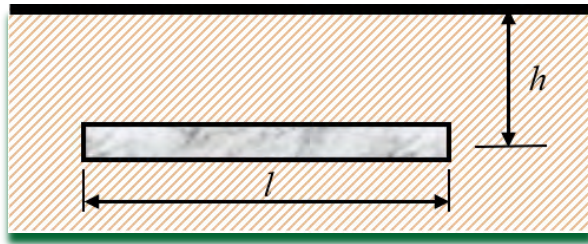
Сл. 3.43

Употребата на само еден уред за заземјување ретко обезбедува доволно ниска вредност на отпорност на заземјување, често пати се користат неколку уреди за заземјување, паралелно поврзани ленти во форма на прстен или четириаголник.

3.7.2.1 Лентест заземјувач

За изведба на **лентест заземјувач** најчесто се користат поцинкувани ленти со дебелина од 3,5 mm, а поретко бакарни ленти со дебелина од 2 mm. Тие се поставени во земја

хоризонтално на длабочина од 0,5 m до 1 m. Во денешно време сè повеќе се користат заземјувачи од бакарно јаже или прачки при изведба на заземјување во агресивно корозивни средини или во електроенергетските постројки/електрани со високи струи на земјоспој. На слика 3.44 е прикажан лентест заземјувач со должина l закопан во земја на длабочина h .



Сл. 3.44

Отпорност на заземјување на лентест заземјувач со должина l се пресметува според формулата дадена во табела 3.19:

Табела 3.19: Формули за пресметка на отпорност кај лентест заземјувач

Формула за пресметка на отпорност на лентест заземјувач	Услов за пресметка
$R_z = \frac{\rho_z}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}$	закопан на површината на земјата (на длабочина $h = 0$)
$R_z = \frac{\rho_z}{\pi l} \ln \frac{l}{\sqrt{d \cdot h}}$	закопан под површината на земјата на длабочина h

каде:

l – должина на заземјувачот (m),

ρ_z - специфична отпорност на земјата ($\Omega \cdot m$),

d – дијаметар на уредот за заземјување (m).

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Кај заземјувачите кои не се со кружен пресек, d се пресметува според формулата:

$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi}} \dots\dots\dots(3.56)$$

каде со P е означена површината на пресекот на заземјувачот.

Заземјувачи во вид на прстени - тоа се заземјувачи создадени со поврзување лентести заземјувачи, обично со кружна или квадратна форма.

Отпорноста на заземјување на кружниот заземјувач во форма на прстен, со дијаметар D_p , се пресметува според формулата:

$$R_z = \frac{\rho_z}{\pi^2 D_p} \ln \frac{2\pi D_p}{d} \dots\dots\dots(3.57)$$

каде:

ρ_z - специфична отпорност на земјата ($\Omega \cdot m$),

d - дијаметарот на кружниот спроводник, кој се користи за заземјување на прстенот (m).

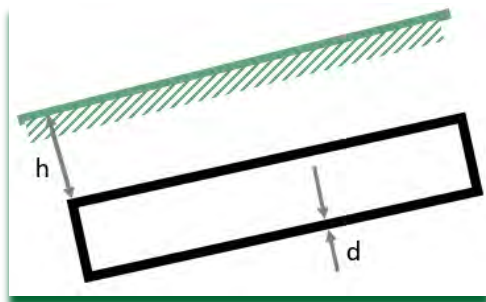
Дијаметарот на заземјувачот во вид на прстен (во m) се одредува со формулата:

$$D_p = \frac{L}{\pi} \dots\dots\dots(3.58)$$

каде L е периметар на заземјувачот во вид на прстен.

Четириаголните прстенести заземјувачи се направени од Fe-Zn ленти. Тие најчесто се користат за заземјување така што го опкружуваат објектот или неколку уреди по слободната

површина на тлото, внимавајќи притоа површината на затворањето да ги вклучува сите метални делови што треба да се заземјат. На слика 3.45 е прикажан прстенест заземјувач во облик на четириаголник.



Сл. 3.45

Отпорност на заземјување може да се пресмета според формулата:

$$R_z = \frac{\rho_z}{\pi^2 L} \ln \frac{1.27L}{\sqrt{hd}} \dots\dots\dots(3.59)$$

каде:

- L - периметар на четириаголното заземјување,
- h - длабочина на закопување (m),
- d – дијаметар на спроводникот (m).

3.7.2.2 Цевчест заземјувач

Заземјувачки шипки, стапови или цевки се метални прачки од галванизирани челик или бакар, се поставуваат вертикално (слика 3.46), под површината на земјата и имаат должина 1 – 3 m. Горниот крај на шипката од уредот за заземјување треба да биде закопан на длабочина од најмалку 0,5 m од површината на земјата поради влијанието на замрзнувањето на почвата врз отпорноста на заземјувањето.



Сл. 3.46

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Отпорност на заземјување на заземјувачката шипка се пресметува според формулата:

$$R_z = \frac{\rho_z}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d} \dots\dots\dots(3.60)$$

каде:

R_z – отпорност на заземјување (Ω),

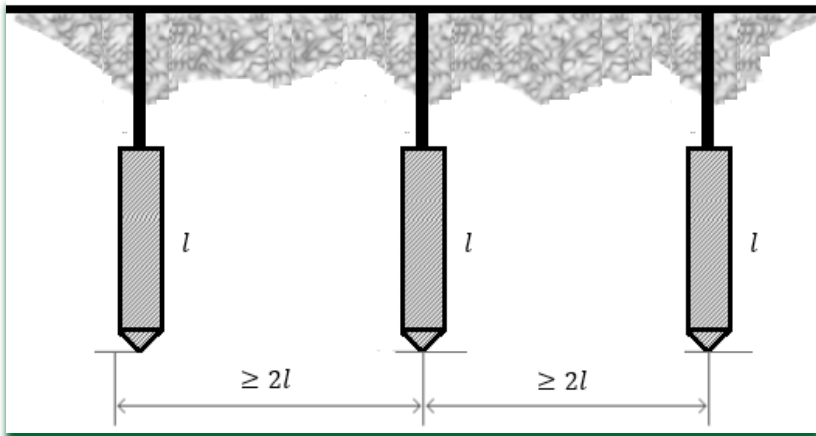
l – должина на заземјувачката шипка (m),

d – надворешен дијаметар на шипката/стапот (m),

ρ_z – специфична отпорност на заземјување ($\Omega \cdot m$).

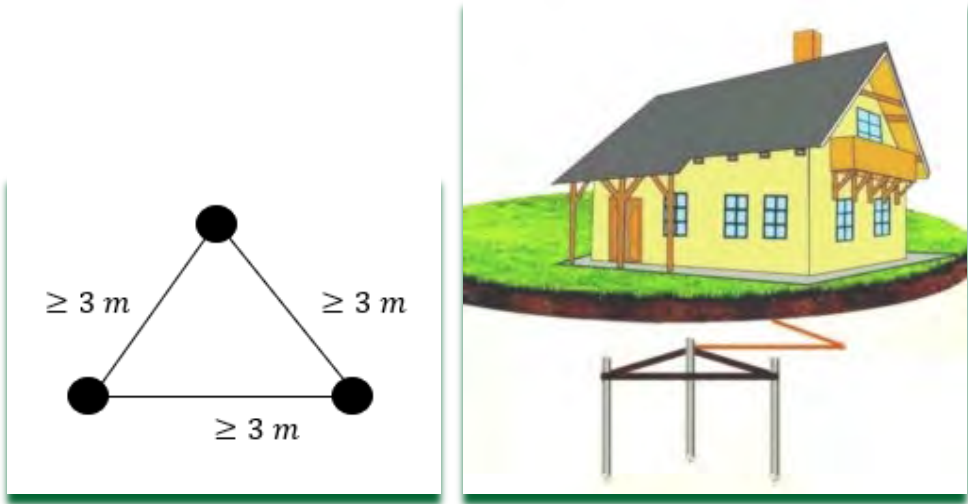
Отпорноста на заземјувањето може значително да се намали со зголемување на должината на шипката за заземјување, додека многу малку се намалува со зголемување на дијаметарот на цевката.

На слика 3.47 е прикажана врската на неколку заземјувачки шипки поставени во линија. Растојанието меѓу нив треба да биде поголемо или еднаква на двојната должина на стапчето (цевката, шипката).

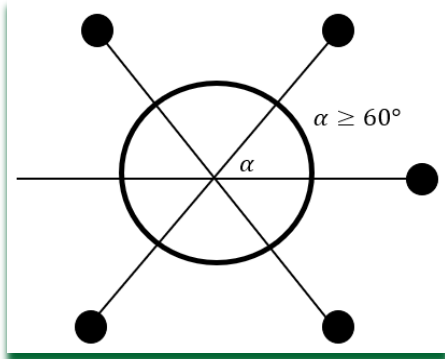


Сл. 3.47

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel



Сл. 3.50



На слика 3.51 се претставени повеќе заземјувачки шипки поврзани во зракаст спој, каде аголот помеѓу нив е 60° .

Сл. 3.51

Вкупната отпорност на заземјувањето на неколку заземјувачки шипки ќе се пресмета со користење на формулата:

$$R_{zv\kappa} = \frac{R_z}{n \cdot \mu} \dots\dots\dots(3.61)$$

каде:

n – број на заземјувачки шипки,

μ – коефициент на меѓусебно влијание на заземјувачите, може да се прочита од табела 3.20.

Табела 3.20: Одредување на μ – коефициент на меѓусебно влијание на заземјувачите

		μ					
Број на стапови/шипки		4	6	10	20	40	60
$\frac{A_l}{l}$	2	0,80	0,76	0,70	0,65	0,60	0,55
	3	0,85	0,80	0,76	0,70	0,66	0,64

3.7.2.3 Плочест заземјувач

Плочестиот заземјувач е вид на вертикално закопан заземјувач кој има форма на квадрат (слика 3.52). Тој се изработува од поцинкуван челик со дебелина > 3 mm и се закопува вертикално во земјата со цел да се постигне најдобар можен контакт со земјата на длабочина од најмалку 0,5 m. Според прописите, заземјувачките плочи може да се нанесуваат само на места каде нивото на подземната вода достигнува длабочина од најмалку 3 m од површината.

Табела 3.21: Формула за пресметка на отпорност на плочест заземјувач

Формула за пресметка на отпорност на плочест заземјувач	Услов за пресметка
$R_z = \frac{\rho_z}{4} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{S}}$	ако длабочината на закопување во почвата е помала или еднаква на 0,5 m
$R_z = 0,23 \cdot \frac{\rho_z}{a}$	ако длабочината на закопување во почвата е поголема од 0,5 m

каде:

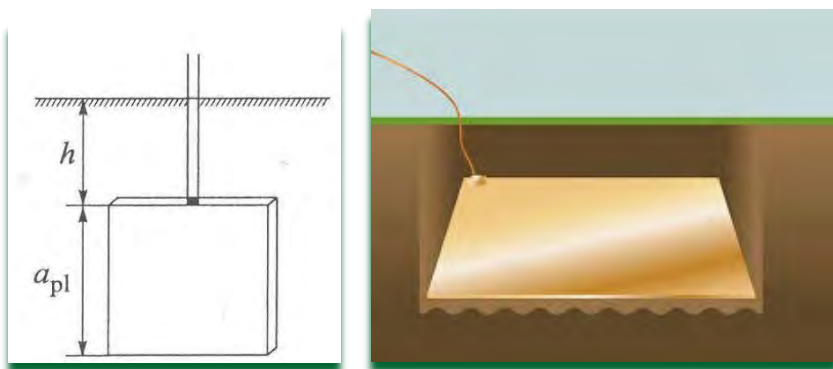
R_z – отпорност на заземјување (Ω),

S – површина на плочестиот заземјувач (m^2),

a – должина на страната на плочестиот заземјувач (m),

ρ_z – специфична отпорност на земјата ($\Omega \cdot m$).

Овие заземјувачи не се препорачува да се применуваат за заштита од гром ако објектот има повеќе заземјувачи и ако земјата е електрично нехомогена, односно ја нема истата специфична отпорност. Формулите за пресметка на отпорноста на плочестиот заземјувач се прикажани во табела 3.21.



Сл. 3.52

3.7.3 Поделба на заземјувачите според средината во која се поставуваат

Според средината во која се поставуваат, заземјувачите можеме да ги поделиме на заземјувачи кои се поставуваат во земја и темелни заземјувачи.

Заземјувачите поставени во земја воспоставуваат директен контакт со земјата.

Темелниот заземјувач е посебен облик на заземјувач кој се изработува од поцинкувана челична лента или жица и се поставува во темелите на објектот така што меѓу нив и земјата има најмалку 10 cm бетон. Ваквите заземјувачи се многу ефикасни

бидејќи бетонот има својство да задржува влага и на тој начин имаат добра врска со земјата но, исто така, имаат и неограничен век на траење.

Отпорноста на темелниот заземјувач приближно се пресметува со помош на формулата:

$$R_z = \frac{\rho_z}{\sqrt{\pi \cdot P}} \dots\dots\dots(3.62)$$

или

$$R_z = 0,564 \frac{\rho_z}{\sqrt{P}} \dots\dots\dots(3.63)$$

каде:

R_z – отпорност на заземјување,

ρ_z – специфична отпорност на земјата,

P – површина на бетонската основа во која е вграден металниот спроводник, како темелен заземјувач.

3.8 Специфична отпорност на земјата

Кога се поставуваат заземјувачите мора да се води сметка да се постават во земјиште кое има постојана влага. Пожелно е да се закопуваат во влажна земја која има мал специфичен отпор. Специфична електрична отпорност на земјата претставува измерената електрична отпорност на 1 m^3 земја. Единица за специфична отпорност е $\Omega \cdot \text{m}$ ($1 \Omega \cdot \text{m} = 100 \Omega \cdot \text{cm}$).

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

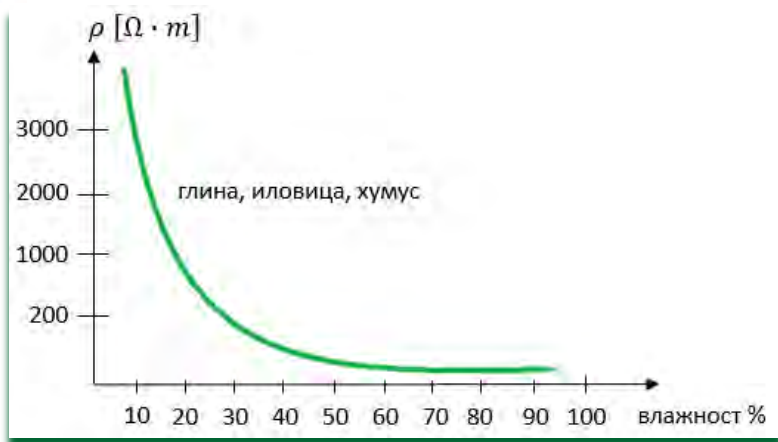
Фактори кои влијаат врз специфичната отпорност ρ на земјата се:

- влажноста на земјата,
- составот на земјата,
- набиеноста на земјата,
- температурата и годишното време.

Табела 3.22: Вредност на специфичната отпорност на различни типови на тло (земја)

тип на тло	ρ ($\Omega \cdot m$)
Глина	10 ÷ 60
Хумус	≈ 10
Црвеница	20 ÷ 100
Лапорец	20 ÷ 300
Песочна глина	50 ÷ 60
Чакал	200 ÷ 6000
Чакал со глина-влажен	80 ÷ 400
Песок	100 ÷ 800
Варовник	200 ÷ 3000
Глинен шкрилец	20 ÷ 200
Доломит	200 ÷ 10000
Гнајс, метаморфни стени	500 ÷ 2000
Морска вода	1
Речна вода	20 ÷ 40
Дестилирана вода	10000

Земјата има негативен температурен коефициент, со зголемување на температурата нејзината отпорност опаѓа, а со тоа и нејзината влажност. Во сува состојба и кога е смрзната земјата таа е слаб спроводник, а со навлажнување спроводноста се зголемува. На графикот на слика 3.53 е прикажана зависноста на специфичната отпорност од влажноста.



Сл. 3.53

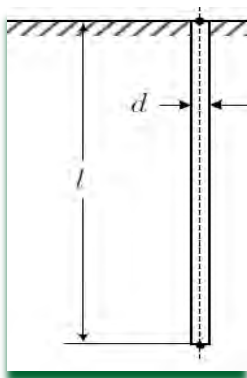
3.9 Пресметка на отпорноста на заземјување преку примери

Постапката за определување на отпорноста на заземјувачите е сложен процес кој се базира на голем број мерења на терен или пресметки направени со различни компјутерски програми за изведување пресметки и симулација кои даваат резултати со многу висока точност.

Пресметките за отпорноста на заземјување ќе се упростат со користење на поедноставни формули кои се наведени погоре.

Пресметката на заземјувањето може да се направи компјутерски со користење на програмскиот пакет **MS Excel**, кој претставува ефикасна програма за табеларна и графичко-аналитичка обработка на податоците. **MS Excel** поседува алатки за олеснување на работата со табели, едноставен е за користење и брзо ги покажува бараните резултати.

За да се изврши пресметка на отпорноста на заземјувањето потребни се податоци за видот на заземјувачот, т.е. неговиот облик, должината, напречниот пресек на спроводникот од кој е изработен заземјувачот и специфичната отпорност на земјата-тлото каде е поставен и на која длабочина е поставен.

**Вежби:**

1. Да се пресмета отпорноста на цевчест заземјувач ако е поставен во тло (земја) со специфична отпорност од $\rho = 60 \Omega \text{m}$. Должината на спроводникот закопан во земјата е $l = 1,5 \text{ m}$ и има дијаметар $d = 15 \text{ cm}$.

Решение:

Пресметувањето на отпорноста на заземјување на цевчест заземјувач (стап) закопан под површината на земјата се врши според

формулата:

$$R_z = \frac{\rho_z}{2\pi l} \cdot \ln \frac{4l}{d}$$

Параметрите кои се потребни за пресметка се зададени во условот на задачата, а тоа се:

$$\rho = 60 \Omega \cdot \text{m}, \quad l = 1,5 \text{ m}, \quad d = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

Ако се заменат бројните вредности во равенката за отпорноста на заземјување се добива:

$$R_z = \frac{60}{2\pi \cdot 1,5} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,5}{0,15} = 23,4841 \Omega$$

**Пресметка во Excel**

Пресметките за отпорноста на заземјувачите се извршуваат со помош на **Excel**. Се отвора нов **Excel** документ. Се именува со име заземјувачи.xlsx. Во документот се креира табела со големини кои се потребни за пресметка на отпорноста на заземјување на соодветниот тип на заземјувач, прикажано на слика 3.54.

	A	B	C	D
1				
2		вредности на големина	ознаки [мерна единица]	големини потребни за пресметка на отпорност на заземјувач
3		1.5	l [m]	Должината на спроводникот закопан во земјата
4		0.15	d [m]	дијаметар на спроводникот
5		60	ρ [Ω m]	специфична отпорност на тлото
6				

Сл. 3.54

Се внесува специфичната отпорност на тлото (земјата), должината и дијаметарот на заземјувачот.

Според тоа се селектира ќелијата **C10** и во неа се внесува соодветната формула за пресметка на отпорноста на заземјување. Бидејќи формулата е сложена, за пресметка се користи и логаритамска функција, која се одбира од **Formulas** \rightarrow **Math & Trig** \rightarrow **LN** како на слика 3.55.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the **Formulas** ribbon active. The **Math & Trig** dropdown menu is open, and the **LN** function is selected. The formula bar displays the formula $= (B5 / (2 * 3.1416 * B3)) * LN()$. The spreadsheet below shows the data from Figure 3.54, with the formula being entered into cell C10.

	A	B	C	D
1				
2		вредности на големина	ознаки [мерна единица]	големини потребни за пресметка на отпорност
3		1.5	l [m]	Должината на спроводникот закопан
4		0.15	d [m]	дијаметар на
5		60	ρ [Ω m]	специфична о
6				
7				
8				
9				
10		Rz	$= (B5 / (2 * 3.1416 * B3)) * LN()$	
11				

Сл. 3.55

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

Со внесување на формулата во програмата многу бргу се пресметува соодветната отпорност на заземјувачот. Резултатот е прикажан на слика 3.56.

вредности на големини	ознаки [мерна единица]	големини потребни за пресметка на отпорност на заземјувач
1.5	l [m]	Должината на спроводникот закопан во земјата
0.15	d [m]	дијаметар на спроводникот
60	ρ [Ωm]	специфична отпорност на тлото

Rz	23.48408107
----	-------------

Сл. 3.56

2. Да се пресмета отпорноста на заземјување ако цевчестиот заземјувач има дијаметар $d=24$ cm. Тој е закопан на длабочина од $l=1,8$ m во тло со специфична отпорност $\rho=100$ $\Omega\cdot\text{m}$.

$$R_z = \frac{\rho_z}{2\pi l} \ln \frac{4 \cdot l}{d} = \frac{100}{2\pi \cdot 1,8} \ln \frac{4 \cdot 1,8}{0,24} = 30,0731 \Omega$$

Пресметка во Excel

Во веќе креираниот **Excel** документ од задачата 1 се внесуваат новите вредности. По извршената пресметка се отчитува вредноста на отпорноста на заземјувачот. Пресметката е дадена на слика 3.57.

	A	B	C	D
1				
2		вредности на големини	ознаки [мерна единица]	големини потребни за пресметка на отпорност на заземјувач
3		1.8	l [m]	должината на спроводникот закопан во земјата
4		0.24	d [m]	дијаметар на спроводникот
5		100	ρ [Ωm]	специфична отпорност на тлото
6				
7				
8				
9				
10		Rz	30.0731172	
11				

Сл. 3.57

3. Во хомогена спроводна средина со специфична отпорност $\rho=100 \Omega \cdot \text{m}$ е закопан лентест заземјувач со должина $l=15 \text{ m}$. Заземјувачот има дијаметар $d=10 \text{ mm}$. Колкава ќе биде отпорноста на заземјувачот во наведените услови?

Решение: Зададени големини:

$$\rho_z = 100 \Omega \cdot \text{m}, l = 15 \text{ m}, d = 10 \text{ mm} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Отпорноста на заземјувачот се пресметува според формулата:

$$R_z = \frac{\rho_z}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}$$

Ако се заменат дадените големини со бројни вредности се добива:

$$R_z = \frac{100}{\pi \cdot 15} \ln \frac{2 \cdot 15}{10 \cdot 10^{-3}} = 16,9899 \Omega$$

Пресметка во Excel

Бидејќи станува збор за друг тип на заземјувач, во овој случај лентест, формулата за пресметка на отпорноста на заземјување е различна од цевчестиот заземјувач. Затоа ќе се направи корекција во апликативната програма. Се отвора нов **Excel** документ. Во документот се креира табела со големини кои се потребните за пресметка на отпорноста на заземјување на соодветниот тип на заземјувач.

Се внесуваат дадените големини: специфичната отпорност на тлото, должината и пречникот на заземјувачот. Според тоа во ќелија **C10** се пишува формула за пресметка на отпорноста на заземјување на лентест заземјувач, прикажано на слика 3.58.

вредности на големини	ознаки [мерна единица]	големини потребни за пресметка на отпорност на заземјувач
15	l [m]	должина на спроводникот закопан во земја
0.01	d [m]	дијаметар на спроводникот
100	ρ [Ωm]	специфична отпорност на тлото
Rz	$\frac{B3}{B4} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot B3}{B4}\right)$	

Сл. 3.58

Потоа пресметаната отпорност на заземјувачот се отчитува соодветно од полето, прикажано на слика 3.59

	A	B	C	D
1				
2		вредности на големини	ознаки [мерна единица]	големини потребни за пресметка на отпорност на заземјувач
3		15	l [m]	должина на спроводникот закопан во земја
4		0.01	d [m]	дијаметар на спроводникот
5		100	ρ [Ωm]	специфична отпорност на тлото
6				
7				
8				
9				
10		Rz	16.98999993	
11				

Сл. 3.59

4. Поцинкувана челична лента FeZn, со дијаметар $d=21,75 \text{ mm}$, со должина $l=12 \text{ m}$ е закопана на длабочина $h=0,8 \text{ m}$ во хомогено тло со специфична отпорност $\rho=50 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$. Да се пресмета отпорноста на заземјувачот R_z .

Решение: Дијаметарот на лентата, во метри, изнесува:

$$d = 21,75 \text{ mm} = 0,02175 \text{ m}$$

$$R_z = \frac{\rho_z}{\pi l} \ln \frac{l}{\sqrt{hd}} = \frac{50}{12\pi} \ln \frac{12}{\sqrt{0,8 \cdot 0,02175}} = 5,98 \text{ } \Omega$$

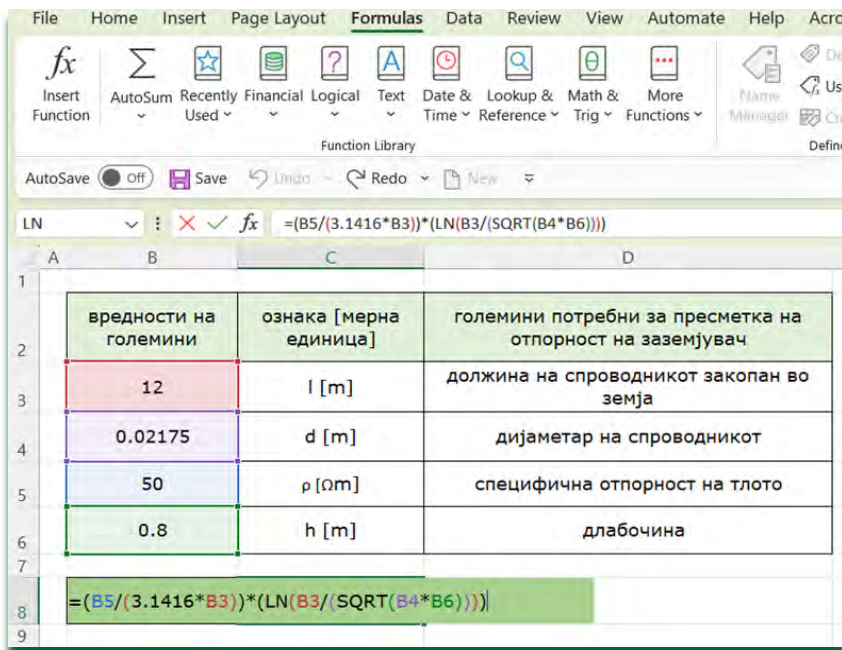
Пресметка во Excel

Во работната книга заземјувачи.xlsx, се отвора нов лист со ознака лентест1.xlsx и се направи промената.

Дополнително во задачата има услов дека спроводникот е закопан на длабочина од 0,8 m. Според тоа отпорноста на

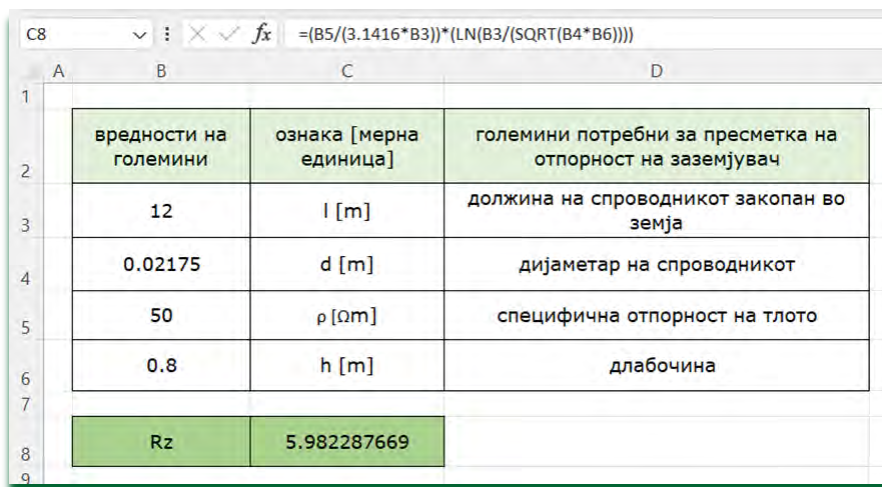
3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

заземјување се пресметува по формулата дадена во табела 3.19. Формулата се пишува во работната книга во соодветната ќелија. Приказ на слика 3.60.



Сл. 3.60

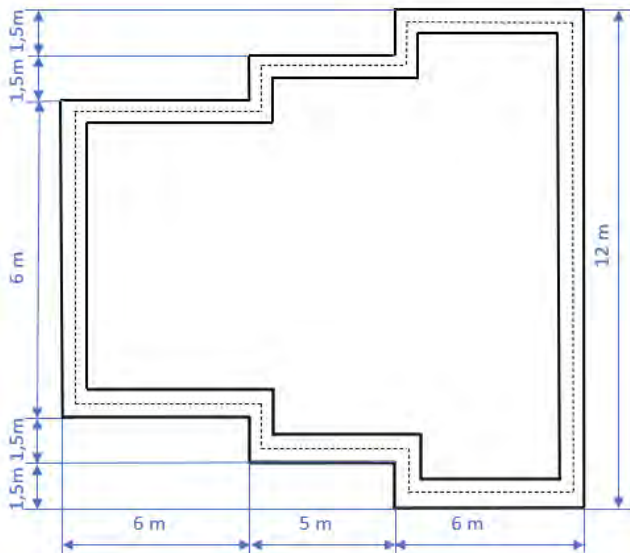
Резултатот, по извршената пресметка, се отчитува на слика 3.61.



Сл. 3.61

Научи повеќе:

1. Да се пресмета отпорноста на заземјувањето на темелен заземјувач за темели во облик прикажан како на слика 3.62. Специфичната отпорност на почвата е $75 \Omega \cdot m$.



Сл. 3.62

Решение:

Плоштината на дадениот облик на темелот се пресметува според:

$$P = 12 \cdot 6 + 5 \cdot (12 - 2 \cdot 1,5) + 6 \cdot 6 = 72 + 5 \cdot 9 + 36 = 153 \text{ m}^2$$

Отпорноста на заземјувачот се пресметува според формулата:

$$R_z = 0,564 \cdot \frac{\rho_z}{\sqrt{P}} = 0,564 \cdot \frac{75}{\sqrt{153}} = 3,42 \Omega$$

Од досега наученото, да се направат пресметките со помош на Excel.

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel

2. Да се пресмета отпорноста на заземјувањето на темелен заземјувач за бетонска основа на зграда со должина од 11,2 m и ширина од 8 m, а отпорност на почвата е 50 Ω·m.

Решение:

Вредноста на површината на темелот е:

$$P = a \cdot b = 11,2 \cdot 8 = 89,6 \text{ m}^2$$

Ако добиените вредности се заменат во формулата:

$$R_z = 0,564 \cdot \frac{\rho_z}{\sqrt{P}} = 0,564 \cdot \frac{50}{\sqrt{89,6}} = 2,979 \text{ } \Omega$$

Да се направат пресметките со помош на Excel.



1. Што претставува поимот заземјување?
2. Кои видови на заземјување постојат?
3. Кои се составните делови на заземјувањето?
4. Наброј видови на заземјувачи.
5. Од што се изработуваат заземјувачите?



Вежби:

1. Да се пресмета отпорноста на чевчест заземјувач со должина 1 m и дијаметар 1 cm, ако отпорноста на тлото изнесува 30 Ω·m!

2. Да се пресмета отпорноста на лентест заземјувач, ако лентата е долга 30 m со дијаметар $d=0,3$ cm вкопана во земјиште со отпорност од $2000 \Omega \cdot m$!
3. Да се пресмета отпорноста на темелниот заземјувач, ако површината на темелот е $70 m^2$, а отпорноста на тлото е $40 \Omega \cdot m$!
4. Да се пресмета вкупната отпорност на 4 заземјувачи во форма на стап со должина $l=2$ m и дијаметар $d=10$ cm ако се поставени во тло (земја) со специфична отпорност од $\rho=60 \Omega m$.
5. Да се направи пресметка на отпорноста на заземјувачот R_z на хоризонтално закопан спроводник со должина $l=10m$ и дијаметар $d=8$ mm, закопан на длабочина $h=1,05$ m во хомогено тло со специфична отпорност $\rho=310 \Omega \cdot m$.

Да се пресмета отпорноста на заземјувачот R_z со помош на **Excel**. Креирај пресметка за различни специфични отпорности на тлото (20, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500) $\Omega \cdot m$. Нацртај ја зависноста помеѓу $R_z=f(\rho)$. Што воочуваш од добиениот график?

Решение: Според приближната формула:

$$R_z = \frac{\rho_z}{\pi \cdot L} \cdot \ln \frac{l}{\sqrt{h \cdot d}}$$

$$R_z = \frac{\rho_z}{\pi \cdot L} \cdot \ln \frac{l}{\sqrt{h \cdot d}} = \frac{310}{10 \cdot \pi} \cdot \ln \frac{10}{\sqrt{1,05 \cdot 0,008}} = 46,302 \Omega$$

6. Поцинкувана челична лента FeZn со дијаметар од $d=22$ mm должина $l=10$ m е закопана на длабочина $h=0,6$ m во хомогено тло со специфична отпорност $\rho=60 \Omega \cdot m$. Да се пресмета отпорноста на заземјувачот R_z . Пресметките да се повторат и за случајот кога должината на лентата изнесува $l_1=12$ m, $l_2=15$ m, $l_3=18$ m и $l_4=20$ m. Да се изработи **Excel** пресметка и да се нацрта графикот за зависноста на отпорноста од должината на спроводникот. Што воочуваш од добиениот график?

3. Изработка на програмски алатки во Microsoft Excel



- Заземјувањето претставува електрична врска на заштитениот приемник или спроводните делови од инсталацијата со земјата, односно поврзување на громобранската инсталација со земја, воспоставена со помош на уред за заземјување – заземјувач.
- Заземјувањето според намената можеме да го поделиме на: работно (погонско), заштитно заземјување, громобранско заземјување и заедничко заземјување.
- Заземјувањето се состои од три дела: земјоводни водови, геолошка подлога или земја (тло) и заземјувач.
- Заземјувачот претставува еден или повеќе спроводници поставени во земја и преку нив е остварен непосреден контакт со земјата.
- Според материјалот од кој се направени заземјувачите можат да бидат: бакарни или поцинкувани или во комбинација на бакар и цинк.
- Според начинот на изведба имаме: хоризонтални (површински), вертикални (длабински) и коси заземјувачи.
- Според обликот заземјувачот можеме да го сретнеме во форма на прачка, цевка или шипка (стап), лента, јаже, жици или плоча.

Формули за пресметка на отпорост на заземјувач	Вид на заземјувач и услов за пресметка
$R_z = \frac{\rho_z}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}$	Лентест заземјувач закопан на површината на земјата (на длабочина h=0)

$R_z = \frac{\rho_z}{\pi l} \ln \frac{l}{\sqrt{d \cdot h}}$	<p>Лентест заземјувач закопан под површината на земјата на длабочина h</p>
$R_z = \frac{\rho_z}{\pi^2 D_p} \ln \frac{2\pi D_p}{d}$	<p>Кружен заземјувач во форма на прстен со дијаметар D_p</p>
$R_z = \frac{\rho_z}{\pi^2 L} \ln \frac{1.27L}{\sqrt{hd}}$	<p>Прстенест заземјувач во облик на четириаголник</p>
$R_z = \frac{\rho_z}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$	<p>Заземјувачка шипка</p>
$R_z = \frac{\rho_z}{4} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{S}}$	<p>Плочест заземјувач длабочина на закопување во почвата $\leq 0,5$ m</p>
$R_z = 0,23 \cdot \frac{\rho_z}{a}$	<p>Плочест заземјувач длабочина на закопување во почвата $> 0,5$ m</p>

Провери го своето знаење!

I Прашања со заокружување (Заокружи ги точните одговори)

1. Грешките кои се јавуваат поради несовершеност или неисправност на уредот, нечитлива скала, ненагодена нула, неточно баждарење на инструментот и др. се:

- A) големи грешки
- B) систематски грешки
- B) случајни грешки

2. Грешките кои настануваат поради неправилна процедура во текот на мерењето, погрешно избран мерен метод, неправилна употреба на инструментот, неправилно отчитување на резултатот, промени кои се случуваат под дејство на надворешни влијанија (температура, притисок, влијание на магнетно поле) и др.:

- A) мали грешки
- B) систематски грешки
- B) случајни грешки

3. Функцијата CONCAT враќа:

- A) нумеричка вредност
- B) текстуална вредност
- B) датум

4. Која грешка е дефинирана со формулата?

Δ = измерена вредност – точна вредност

- A) апсолутна грешка
- B) релативна грешка
- B) процентуална грешка

5. Која грешка е дефинирана со формулата?

$$\Delta X = \pm(A\%pv + Cdig)$$

- A) апсолутна грешка кај дигиталните инструменти
- Б) релативна грешка кај дигиталните инструменти
- В) апсолутна грешка кај аналогните инструменти

6. Колкав е дозволениот пад на напон според законските норми и прописи за нисконапонска мрежа, на спроводниците за поврзување на елементи за осветлување?

- A) 8%
- Б) 5%
- В) 3%

7. Со формулата ја пресметуваме отпорноста на:

$$R_z = \frac{\rho_z}{2\pi l} \cdot \ln \frac{4l}{d}$$

- A) цевчест заземјувач
- Б) темелен заземјувач
- В) плочест заземјувач

II Прашања со поврзување

8. Поврзи ги потрошувачите според видот на наизменичното напојување:

- A) **омски** 1) светилка со вжарено влакно _____
- Б) **мешани** 2) трансформатор _____ 3) електромотор _____

9. Поврзи ја формата на заземјувачот со начинот на изведба:

- A) **хоризонтални** 1) мрежа _____ 3) цефка _____
- Б) **вертикални** 2) лента _____ 4) прачка _____

III Прашања со дополнување

10. Класата на точност на мерниот инструмент се дефинира преку _____ грешка.
11. При пресметка на пресекот на спроводникот се користи _____ оптоварување.
12. Проверката на избраниот пресек на спроводникот се одвива во три чекори: _____, _____ и _____.
13. Термички услов за пресметување на пресекот на спроводникот е исполнет ако струјата која протекнува низ спроводникот е _____ (помала, еднаква, поголема) од трајно дозволената за тој напречен пресек и тип на развод, а _____ (помала, еднаква, поголема) од номиналната струја означена на потрошувачот.
14. Коефициентот на полезно дејство претставува количник помеѓу _____ моќност и _____ моќност на моторот.
15. Постапката за одредување на напречниот пресек на спроводникот за термички потрошувачи е _____ (иста, различна) како за потрошувач приклучен на еднонасочен систем за напојување.
16. Во постапката за одредување на напречен пресек на спроводник за поврзување на омско-индуктивен потрошувач мора да се земе во предвид _____.
17. Заземјувањето претставува електрична врска на заштитениот приемник или спроводните делови од инсталацијата со _____, односно поврзување на громобранската инсталација со _____, воспоставена со помош на уред за заземјување – заземјувач.

18. Според намената, заземјувањето може да биде: _____,
_____, _____ и
_____.
19. Громобранското заземјување е заземјување на
громобранската инсталација која служи за одведување на
струите на атмосферско празнење во _____.
20. Заземјувачите се изработуваат од следните материјали:
_____, _____ и _____.
21. Според начинот на изведба заземјувачите се делат на:
_____, _____ и _____.
22. Посебен вид на заземјувач кој се поставува во темелите на
зградите се нарекува _____.

IV Задачи

23. Еден отпорник има отпорност од $R = 500 \Omega$. Да се пресмета апсолутната и релативната грешка ако при мерење на отпорноста на отпорникот е измерена вредност од $R_i = 505 \Omega$.
24. Да се пресмета процентуалниот пад на напонот ако апсолутниот пад на напонот е $\Delta U = 12 V$, а мрежниот напон $U = 380 V$.
25. Да се пресмета струјата на монофазен потрошувач со моќност $P = 2400 W$, фактор на моќност $\cos \varphi = 0,8$ при фазен напон $U_f = 230 V$.
26. Да се пресмета отпорноста на лентест заземјувач со должина $10 m$ и дијаметар $0,1 cm$, ако отпорноста на земјата изнесува $30 \Omega \cdot m$!

ПРИЛОГ

ПРИЛОГ 1

Трајно дозвољени струји за електричен развод од тип А, В, С, Е и F

Вид на изолација	Број на оптоварени жили	Трајно дозвољена струја за електричен развод (во ампери)								
			A		B	C	E, F			
Поливинил-хлорид или природна гума	2		A		B	C	E, F			
	3	A		B	C	E,F				
Вмрежен полиетилен	2					A		B	C	E, F
	3				A	B	C	E, F		
Материјал и номинален пресек во mm ²		1	2	3	4	5	6	7	8	9
БАКАР	1,5	13	14,5	15,5	17	18,5	22	23	24	26
	2,5	18	19,5	21	23	25	30	32	33	36
	4	24	26	28	31	34	40	42	45	49
	6	31	34	36	40	43	52	54	58	66
	10	42	46	50	54	60	71	75	80	86
	16	56	61	68	73	80	96	100	107	115
	25	73	80	89	95	101	119	127	138	149
	35	/	/	/	117	126	147	157	171	185
	50	/	/	/	141	153	153	179	192	225
	70	/	/	/	179	196	229	246	269	289
	95	/	/	/	216	238	278	268	328	352
	120	/	/	/	249	276	322	346	382	410
	150	/	/	/	285	318	371	399	441	473
	185	/	/	/	324	362	424	456	506	542
240	/	/	/	380	424	500	538	599	641	
АЛУМИНИЈУМ	1,5	10	11	12	14	14	16,5	17,5	19	21
	2,5	14	15	16,5	19	19,5	23	24	26	28
	4	19	20	22	25	26	31	32	35	38
	6	24	26	28	32	33	39	42	45	49
	10	32	36	39	43	45	54	58	62	67
	16	43	48	53	58	61	73	77	83	91
	25	57	63	69	76	78	89	97	101	108
	35	/	/	/	94	96	111	120	126	135
	50	/	/	/	113	117	135	147	154	165
	70	/	/	/	142	150	173	187	198	211
	95	/	/	/	171	182	210	227	241	257
	120	/	/	/	197	212	244	263	280	300
	150	/	/	/	226	245	282	302	324	346
	185	/	/	/	256	280	322	346	371	397
240	/	/	/	300	330	380	409	439	470	

ПРИЛОГ 2

Трајно дозвољени струи за електричен развод од тип D

Материјал	Номинален пресек во mm ²	Трајно дозвољени струи (во ампери) за различни видови на изолација на жилите и за различен број на оптоварени жили			
		PVC или гума		Вмрежен полиетилен	
		Две жили	Три жили	Две жили	Три жили
		1	2	3	4
БАКАР	1,5	22	18	26	22
	2,5	29	24	34	29
	4	38	31	44	37
	6	47	39	56	46
	10	63	52	73	61
	16	81	67	95	79
	25	104	86	121	101
	35	125	103	146	122
	50	148	122	173	144
	70	183	151	213	178
	95	216	179	252	211
	120	246	203	287	240
	150	278	230	324	271
	185	312	257	363	304
	240	360	297	419	351
АЛУМИНИУМ	1,5	17	14	20	16,5
	2,5	22	19	26	22
	4	29	24	34	29
	6	36	30	42	36
	10	48	40	56	47
	16	62	52	73	61
	25	80	66	93	78
	35	96	80	112	94
	50	113	94	132	112
	70	140	117	163	138
	95	166	138	193	164
	120	189	157	220	186
	150	213	178	249	210
	185	240	200	279	236
	240	277	230	321	272

ПРИЛОГ 3

Корекциски фактори за температура на околината за разводите A, B, C, D, E или F

Температура на околината °C	Корекциски фактор	
	При изолација од поливинил-хлорид	При изолација од вмрежен полиетилен или етилен-пропилен
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
30	1,00	1,00
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	/	0,65
70	/	0,58
75	/	0,50
80	/	0,41

ПРИЛОГ 4

Корекциски фактори за температура на околината за развод од тип D

Температура на околината °C	Корекциски фактор	
	При изолација од поливинил-хлорид	При изолација од вмрежен полиетилен или етилен-пропилен
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	/	0,60
70	/	0,53
75	/	0,46
80	/	0,38

ПРИЛОГ 5

Корекциски фактори за групи од неколку струјни кола или неколку повеќежилни кабли поставени еден до друг за развод А, В, С, D, Е или F

Начин на поставување на каблите	Корекциски фактори за даден број на струјни кола или повеќе жилни кабли								
	1	2	3	4	6	9	12	15	20
Вкопани или затворени	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
Еден слој на сидови, подови или на неперфорирани полици	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	/	/	/
Еден слој на плафон	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	/	/	/
Еден слој на перфорирани полици	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	/	/	/
Еден слој на носечки куки и слично	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	/	/	/

ПРИЛОГ 6

Најголеми дозволени струи на топливи влошки

пресеци на спроводници (mm ²)		номинална струја на топливи осигурувачи [A]
бакар	алуминиум	/
0.75		6
1		10
1,5	2,5	16
2,5	4	20
4	6	25
6	10	35
10	16	50
16	25	63
25	35	80
35	50	100
50	70	125
70	95	-
95	120	-

ПРИЛОГ 7

Максимални дозволени струјни оптоварувања, во ампери, за видови трофазни кабли РР-У и РР 00

тип на развод	A	B1	B2	C	E	F
напречен пресек на кабел(mm ²)						
1,5	13	15,5	14	17,5	18,5	18,5
2,5	18	21	19	24	25	25
4	24	28	26	32	34	34
6	31	36	33	41	43	43
10	42	50	46	57	60	60
16	56	68	61	76	80	80
25	73	89	77	96	101	101

ПРИЛОГ 8

Различни видови на развод кај нисконапонските инсталации

развод	Опис на развод
A	изолирани спроводници (во или без изолациска цевка) поставени во изолиран сид
B	изолирани спроводници (во или без изолациска цевка) поставени на или во неизолиран сид
C	кабел на сид, под или плафон или во неизолиран сид
D	кабли во ров во земја или во кабелски канали
E	повеќежилен кабел во поставен во воздух со минимум растојание помеѓу кабелот и сидот $0,3$ пати поголемо од дијаметарот на кабелот ($d > 0,3D$)
F	повеќежилен кабел поставен во воздух со минимум растојание помеѓу кабелот и сидот поголемо од дијаметарот на кабелот ($d > D$)

Содржина

1 Microsoft excel	1
1.1 Делови на прозорецот на програмата Excel	5
1.2 Промена на основните поставки на програмата Excel	9
1.3 Изработка на нов, отварање постоечки и зачувување документ	14
1.4 Пишување формула.....	17
1.5 Адресирање.....	20
1.6 Внесување функции	25
1.7 Основни функции во Excel	29
Провери го своето знаење	36
2 Работа со документи во Microsoft excel	39
2.1 Работни листови	41
2.2 Видови податоци.....	45
2.3 Внесување податоци	46
2.4 Копирање податоци.....	50
2.5 Вметнување ќелии	55
2.6 Копирање и преместување формули	57
2.7 Бришење и внесување колони и редици	59
2.8 Обликување табели, колони и редици	62
2.9 Форматирање колони и редици.....	64
2.10 Позиционирање податоци во ќелија	67
2.11 Сортирање податоци	71
2.12 Автоматско филтрирање податоци	73
2.13 Графикон	76
2.14 Креирање графикон	77

2.15 Уредување страница во работен лист	82
2.16 Печатење страници	87
Провери го своето знаење.....	89
3 Изработка на програмски алатки во Microsoft excel	91
3.1 Мерење и грешки при мерењето	93
3.2 Грешки кај мерните инструменти	94
3.3 Постапка за проверка на точност на мерен инструмент	106
3.3.1 Баждарење инструменти	107
3.3.2 Табеларно прикажување грешки	110
3.3.3 Формули за определување грешки кај мерните инструменти	112
3.3.4 Графикон на крива на грешки кај мерните инструменти .	113
3.4 Изработка на софтверска алатка за исцртување крива на грешка кај мерните инструменти.....	120
3.5 Изработка на софтверска алатка за пресметување потребен пресек на спроводник во електрични инсталации	127
3.5.1 Големини кои влијаат врз пресекот на спроводникот	127
3.5.2 Критериуми за одредување пресек на спроводник	130
3.6 Пресметка на пресек на спроводник	134
3.6.1 Определување пресек на спроводник во струјни кола со еднонасона струја	134
3.6.2 Определување пресек на спроводник во струјни кола со наизменична монофазна струја	143
3.6.3 Определување пресек на спроводник во струјни кола со наизменична трофазна струја	154
3.7 Заземјување.....	163
3.7.1 Поим за заземјување	163
3.7.2 Заземјувачи и видови заземјувачи	166
3.7.2.1 Лентест заземјувач	167

3.7.2.2 Цевчест заземјувач	170
3.7.2.3 Плочест заземјувач	174
3.7.3 Поделба на заземјувачите според средината во која се поставуваат	175
3.8 Специфичен отпорност на земјата.....	176
3.10 Пресметка на отпорноста на заземјување преку примери	178
Провери го своето знаење	191
ПРИЛОГ	195

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] McFedries, Paul „*Excel 2016 formule I funkcije*“, (2016)
- [2] Ѓорѓи Јованчевски „*Информатика*“, учебник за прва година, (2002)
- [3] Симе Арсеновски „*Информатика*“, учебник за прва година, (2002)
- [4] ANDIE PHILO, MIKE ANGSTADT „*MICROSOFT EXCEL 2016 STEP-BY-STEP GUIDE*“, (2020)
- [5] Z. Stojkovic, J.Mikulovic, Z. Stojanovic „*Praktikum iz softverskih alata u elektroenergetici*“, Elektrotehnicki fakultet, Akademska misao, Beograd, (2006)
- [6] Nadica Miljković „*Metode i instrumentacija za električna merenja*“ Udžbenik Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, Beograd, (2016)
- [7] Цветан Гавровски „*Основи на мерната техника*“, Факултет за електротехника и информациски технологии - Скопје, (2007)
- [8] Јани Сервини, Тони Панов „*Основи на мерења и логички кола*“ Министерство за образование и наука за Република Македонија, (2013)
- [9] Dipl.ing. Predrag Krčum „*ELEKTRIČNA MJERENJA*“, Sveučilišni odjel za stručne studije Split, (2012)
- [10] DR MLADEN POPOVIC „*LABORATORIJSKI PRAKTIKUM IZ ELEKTROMETROLOGIJE*“, Visha elektrotehnicka skola Beograd
- [11] TREVOR LINSLEY „*Basic Electrical Installation Work*“, Fifth edition Published by Elsevier Ltd, (2008)
- [12] Brian Scaddan „*Electrical Installation Work*“, Sixth edition, Published by Elsevier Ltd, (2008)
- [13] Amir HALEP „*ELEKTRIČNE INSTALACIJE I OSVJETLJENJE*“, (2003)
- [14] Тони Велков, Игор Митев „*Осветлување и инсталации*“, МОН, Скопје, (2013)
- [15] Милорад Јустинијановиќ „*Електрични инсталации*“, „Просветно дело“ Скопје, (1992)

- [16] Milo Miskovic „*Electricne instalacije i osvetljenje*“
- [17] P. Ачковски, М. Тодоровски „*Заземјувачи и заземјувачки системи во електроенергетските мрежи*“, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, ФЕИТ Скопје, (2017)
- [18] Владимир Поповски „*Заземјувачи во електроенергетските постројки*“, АД ЕСМ Подружница „Електродистрибуција“- Битола, Меѓународно советување, ЕНЕРГЕТИКА (2004)
- [19] Здравко Јелисковски „*АНАЛИЗА НА ИЗВЕЗЕНИТЕ ПОТЕНЦИЈАЛИ ВО ЗАЗЕМЈУВАЧКИОТ СИСТЕМ НА 6 kV МРЕЖА НА ПК „БРОД – НЕГОТИНО*“, магистарски труд, Битола, (2013)
- [20] Neretljak, Ilija „*ANALIZA METODA MJERENJA OTPORA UZEMLJENJA U DISTRIBUCIJSKOM EES*“, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, Master's thesis / Diplomski rad (2019)
- [21] Čerkezović, David „*Proračun otpora uzemljenja temeljnih uzemljivača*“, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, Undergraduate thesis / Završni rad (2016)
- [22] Петар Ж. Добановачки, Саша М. Скоко „*Електрична мерења - Практикум лабораториских вежби*“, Електротехничка школа „Михајло Пупин“ Нови Сад, (2016)
- [23] ПРАВИЛНИК ЗА ЗАШТИТА ВО НИСКОНАПОНСКИТЕ МРЕЖИ И ПРИПАЃАЧКИТЕ ТРАНСФОРМАТОРСКИ СТАНИЦИ („Службен весник на Република Македонија“ бр.96 /18)
- [24] Каталог KABLOVI I PROVODNICI NOVKABEL AD Industrijska bb, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
- [25] <https://www.elteh.net/el-instalacije/kabeli/promjer-vodica.html>
- [26] <https://www.elteh.net/el-instalacije/dimenzioniranje/odabir-kabela.html>

