

1. Průběh funkce

K zobrazení průběhu analytické funkce jedné proměnné potřebujeme sloupec dat nezávisle proměnné x (argumentu) a sloupec dat s funkcí argumentu $y = f(x)$ vytvořený obvykle pomocí vzorce. Graf průběhu se tedy konstruuje z množiny párů hodnot (x, y) a v tomto smyslu bude vždy aproximací: bude-li množina bodů příliš řídká, může výsledný graf ignorovat zajímavé změny v průběhu, bude-li příliš hustá, celý graf se nezobrazí. Počet bodů, které graf v Excelu zpracuje, je totiž omezená (podle verze maximálně několik tisíc bodů).

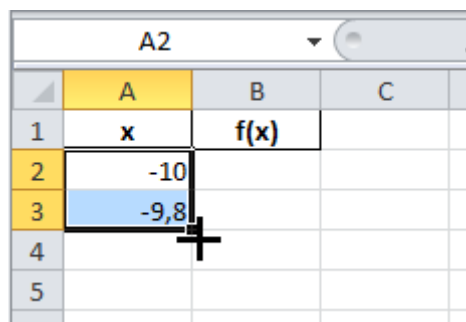
Následné hodnoty nezávisle proměnné obvykle volíme ve stejné vzdálenosti (ekvidistančně). Bude-li minimální hodnota argumentu a , maximální b , počet hodnot n , pak pro velikost intervalu mezi dvěma následujícími hodnotami (nazývá se krok a označuje písmenem h) platí:

$$h = \frac{b - a}{n - 1}$$

1. Nejjednodušší řešení

Připravíme si list podle obrázku:

Obrázek 1-1



	A	B	C
1	x	f(x)	
2	-10		
3	-9,8		
4			
5			

Vybereme dvě zadaná čísla, která definují počátek sloupce hodnot nezávisle proměnné, a pomocí úchytu v levém dolním rohu sloupec roztáhneme na potřebný počet řádků. Excel přitom automaticky použije nástroj vyplňování řady tak, že každý další člen se od předcházejícího liší o stejnou diferenci (o rozdíl prvních dvou prvků). Při generování řady Excel rovněž zobrazuje hodnotu aktuálního prvku, takže máme kontrolu dosažení horní meze intervalu s nezávisle proměnnou.

Obrázek 1-2

	A	B	C
1	x	f(x)	
2	-10		
3	-9,8		
4	-9,6		
5	-9,4		
...			
96	8,8		
97	9		
98	9,2		
99	9,4		
100	9,6		
101	9,8		
102	10		
103			

Nyní vepíšeme do buňky B2 vzorec vyjadřující výpočet zadané funkce pro první hodnotu argumentu:

Obrázek 1-3

	A	B
1	x	f(x)
2	-10	=SIN(A2)/A2

Ve vzorci je použita vestavěná goniometrická funkce a odkaz na sousední buňku v listu. Po opuštění buňky se její hodnota přepíše na výsledek zapsaného vzorce. Vizuálně sice buňka nyní obsahuje číslo, ale její skutečný obsah tvoří vzorec, což musíme vždy rozlišovat. Proto také Excel při výběru buňky uvádí v editačním řádku vzorec a nikoli jeho výsledek:

Obrázek 1-4

		B2	fx		
			=SIN(A2)/A2		
	A	B	C	D	E
1	x	f(x)			
2	-10	-0,05440211			
3	-9,8				
4	-9,6				

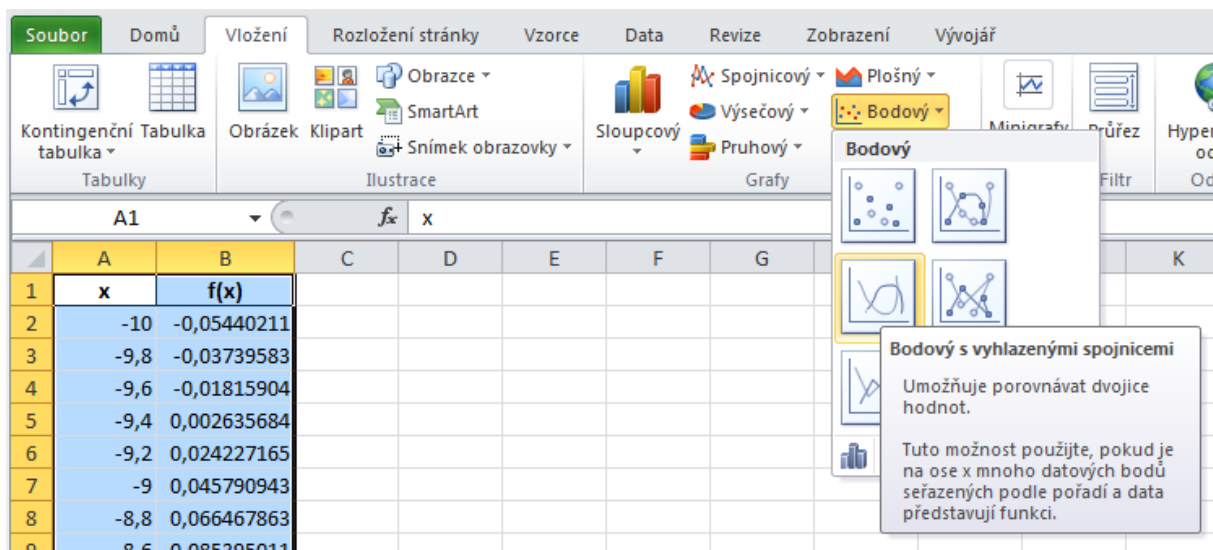
Nyní využijeme možnost vyplňování řady tvořené vzorci. Uchopením úchytu v dolním pravém rohu vybrané buňky se vzorcem roztáhneme řadu paralelně se sloupcem hodnot nezávisle proměnné:

Obrázek 1-5

	A	B
1	x	f(x)
2	-10	-0,05440211
3	-9,8	-0,03739583
4	-9,6	-0,01815904
5	-9,4	0,002635684
6	-9,2	0,024227165
7	-9	0,045790943
8	-8,8	0,066467863
...		
95	8,6	0,085395011
96	8,8	0,066467863
97	9	0,045790943
98	9,2	0,024227165
99	9,4	0,002635684
100	9,6	-0,01815904
101	9,8	-0,03739583
102	10	-0,05440211

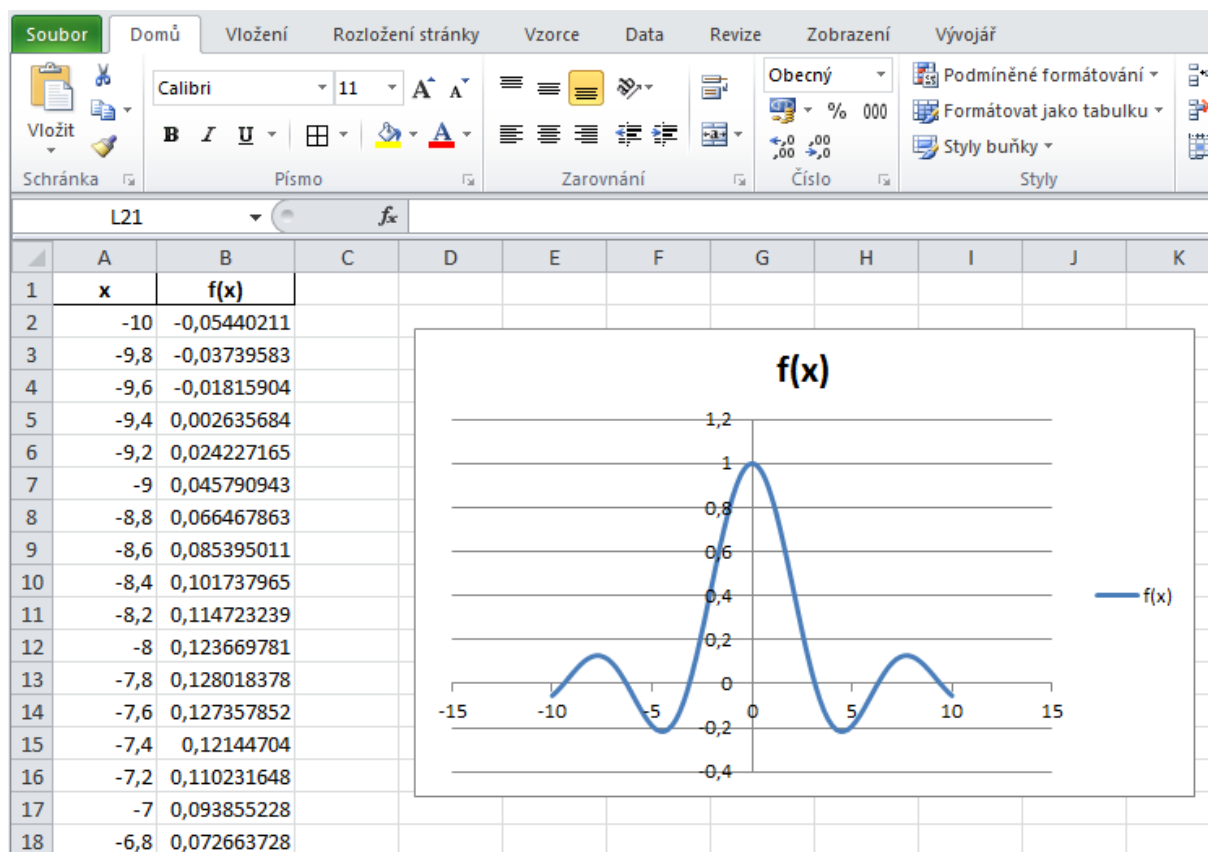
Z vyplněných buněk pak zkonstruujeme *XY bodový graf*. Jiné skupiny grafů nelze pro tento účel použít! Nejprve vybereme všechny naplněné buňky v listu (včetně záhlaví). Pak v záložce „Vložení“ vybereme bodový graf bez zobrazování bodů s vyhlazováním:

Obrázek 1-6



Ihned po výběru typu se graf zkonstruuje a zobrazí:

Obrázek 1-7



Výsledek je sice funkční, avšak nikterak elegantní. Pokud bychom potřebovali zobrazovaný interval jakkoli rozšířit, musíme všechny operace provést opět od začátku. Stejně tak změna zobrazované funkce znamená zopakování všech kroků.

2. Vylepšujeme řešení

Komfortnější řešení nám umožní nastavit v buňkách speciálního listu parametry úlohy (např. meze zobrazovaného intervalu, počet zobrazovaných bodů apod.) a při jejich změně v témže listu okamžitě zobrazovat odpovídající grafický průběh funkce.

a) Oddělení parametrů a dat

Potřebná data pro graf přesuneme do jiného listu, neboť jejich množství a konkrétní hodnoty je pro uživatele irelevantní.

Připravíme si list s parametry zobrazení (rozsah intervalu, krok, definici funkce), který nazveme např. „Funkce“ (v tomto listu bude později také umístěn graf se zobrazením průběhu):

Obrázek 1-8

B5		fx		=(B3-B2)/B4	
	A	B	C	D	
1	Funkce	sin(x)/x			
2	Min x	-10			
3	Max x	10			
4	Bodů	100			
5	Krok	0,2			
6					
7					
8					
9					

Buňky bez pozadí obsahují hodnoty parametrů průběhu, krok je vypočítán z těchto hodnot vzorcem podle obrázku.

Dále založíme list s názvem „Data“, v němž budou umístěny body grafu (sloupce s hodnotami nezávisle a závisle proměnné):

Obrázek 1-9

A2		fx		=Funkce!\$B\$2	
	A	B	C	D	
1	x	f(x)			
2	-10				
3					
4					
5					

Do buňky A2 vložíme podle obrázku vzorec odkazující na počáteční hodnotu intervalu v listu „Funkce“. V další buňce A3 bude již jiný vzorec, který dále pomocí dolního úchytu roztáhneme do sloupce až po buňku A102:

Obrázek 1-10

A3		fx		=A2+Funkce!\$B\$5	
	A	B	C	D	
1	x	f(x)			
2	-10				
3	-9,8				
4					
5					
6					

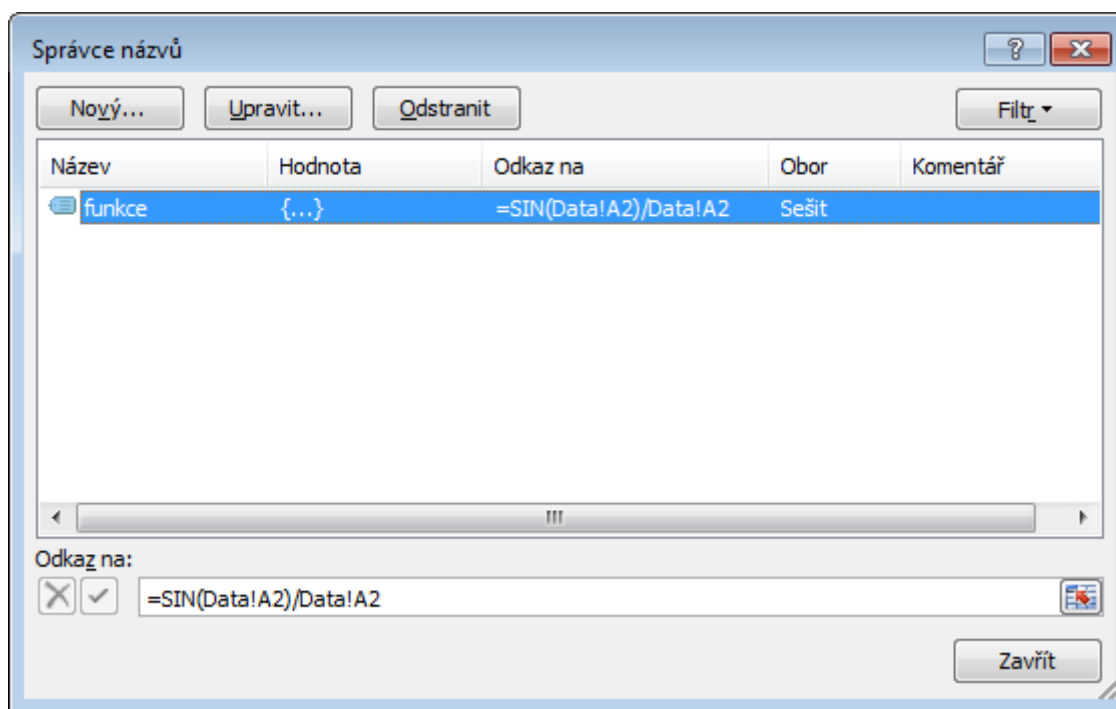
Vidíme, že vzorec odkazuje na předcházející buňku, k níž přičítá velikost kroku z listu s parametry. Odkaz na krok je chráněn znaky „\$“ proti změně při kopírování vzorce.

Sloupec s funkčními hodnotami bychom mohli vytvořit obdobně jako v předcházejícím případě na Obrázek 1-4. Funkční hodnoty ve sloupci B mají však jednu nevýhodu: při změně zobrazované funkce musíme přepsat vzorec v buňce B2 (zde „=SIN(A2)/A2“) a pomocí úchytu ho znovu zkopírovat do všech potřebných buněk ve sloupci.

b) Dynamicky definovaná funkce

Excel však nabízí pomocí názvu možnost změnit funkci ve vzorci najednou ve všech buňkách. Pojmenovat lze totiž nejen buňky a oblasti, ale i vzorce. V záložce „Vzorce“ v sekci „Definované názvy“ vytvoříme nový název „funkce“ např. takto:

Obrázek 1-11



Nyní můžeme do buňky B2 podle obr. 1-12 místo původní přímé definice vložit vzorec „=funkce“. Pomocí úchytu pak zkopírujeme vzorec do dalších buněk ve sloupci. Přestože je nyní ve všech buňkách sloupce B stejný vzorec, bude pracovat v různých buňkách s různým odkazem na buňky ve sloupci A. Uplatní se totiž nechráněný odkaz na buňku „Data!A2“ v pojmenovaném vzorci a při kopírování se změní na odpovídající potřebné odkazy:

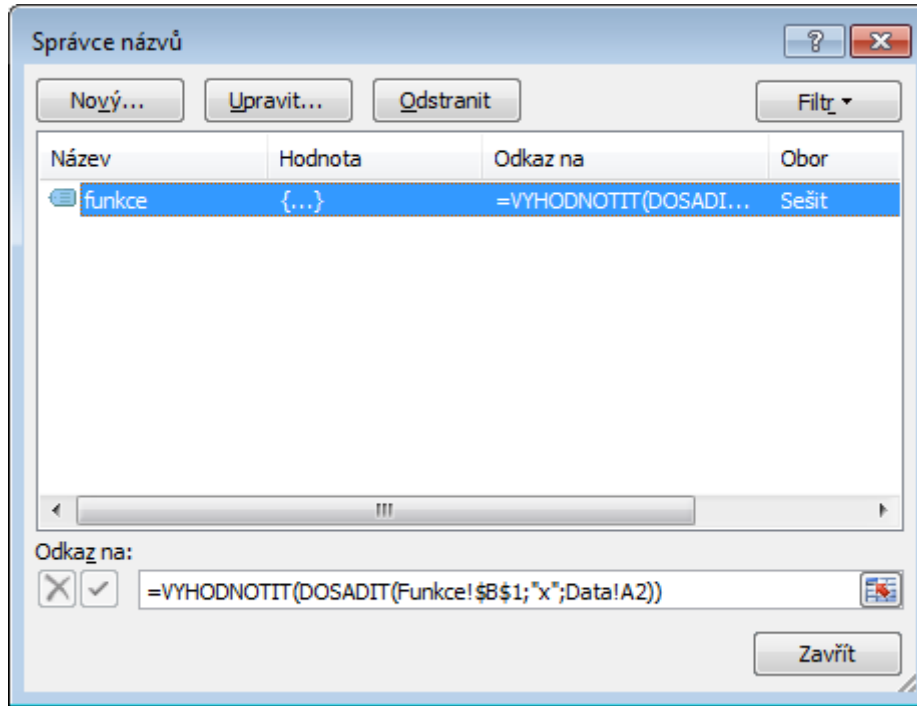
Obrázek 1-12

	B2		<i>f_x</i>	=funkce
	A	B	C	
1	x	f(x)		
2	-10	-0,054402111		
3	-9,8			
4	-9,6			
5	-9,4			
6	-9,2			

Pro změnu zobrazované funkce pak stačí pouze změnit definici funkce ve správci názvů.

V Excelu však existuje jedna skrytá možnost, jak měnit zobrazovanou funkci ještě pohodlněji. Upravíme definovaný název „funkce“ takto:

Obrázek 1-13



Vestavěná funkce Excelu „DOSADIT“ vymění v řetězci definovaném prvním parametrem všechny výskyty řetězce definovaného druhým parametrem textem obsaženém ve třetím parametru. V našem případě se tedy v textu „sin(x)/x“ vymění všechny znaky „x“ za obsah buňky A2 v listu Data, tj. vznikne text „sin(-10)/-10“. Pro zobrazení průběhu funkce však potřebujeme, aby Excel tento text vyhodnotil jako vzorec. I kdybychom na začátek textu propašovali znak „=“ (např. postupem pro spojování řetězců), bude Excel chápat vzniklý řetězec jako text.

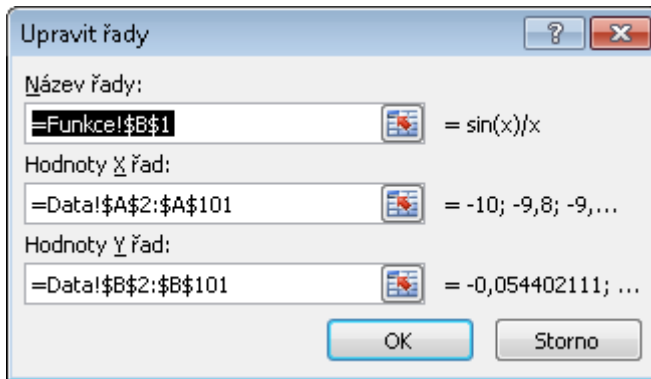
Poznámka: Vzorec v buňce je uložen jako výraz, který se při práci s buňkou automaticky interpretuje. Text je na rozdíl od toho uložen v podobě „mrtvých“ dat.

Skrytá funkce VYHODNOTIT slouží k převedení textu (bez znaku „=“ na začátku) na vzorec, který se pak provede. Patrně vzhledem k tomu, že touto funkcí lze způsobit mnoho zmatek a chyb, nelze ji použít přímo ve vzorcích v buňkách, v případě pojmenovaného vzorce však ano.

Uvedená konstrukce nám tedy umožňuje zapsat funkci v přirozené formě $f(x)$ v listu parametrů, přičemž je podle ní v listu dat vytvořena automaticky tabulka funkčních hodnot.

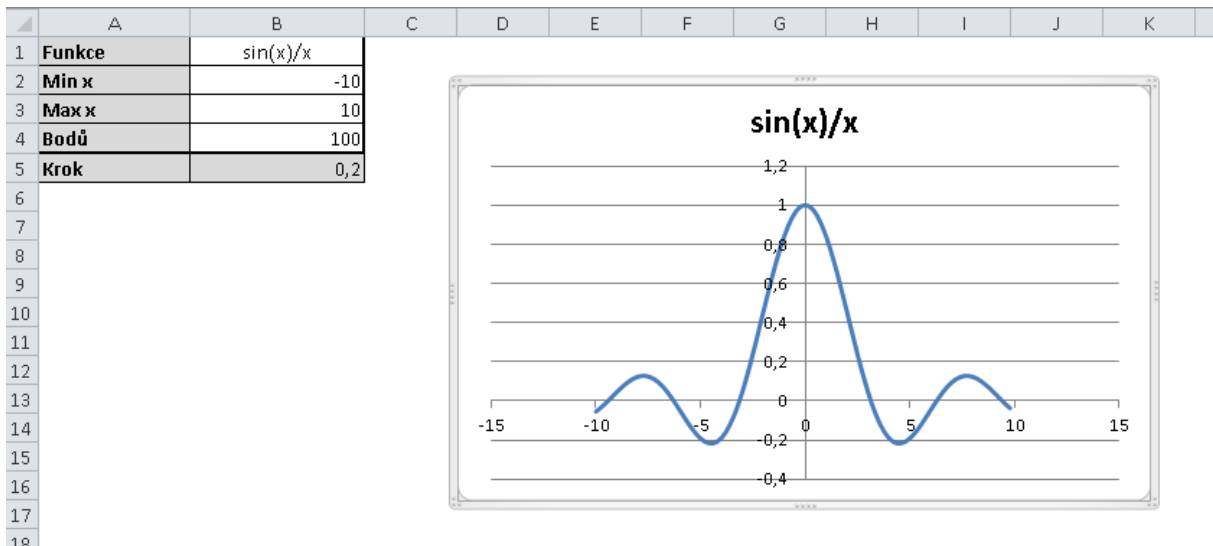
Pro vytvoření bodového grafu nyní zvolíme stejný postup jako na Obrázek 1-6, nevybereme však žádná data. Vznikne prázdný rámeček grafu bez dat, v němž pravým tlačítkem myši vyvoláme formulář „Vybrat data – Přidat řadu“, který vyplníme takto:

Obrázek 1-14

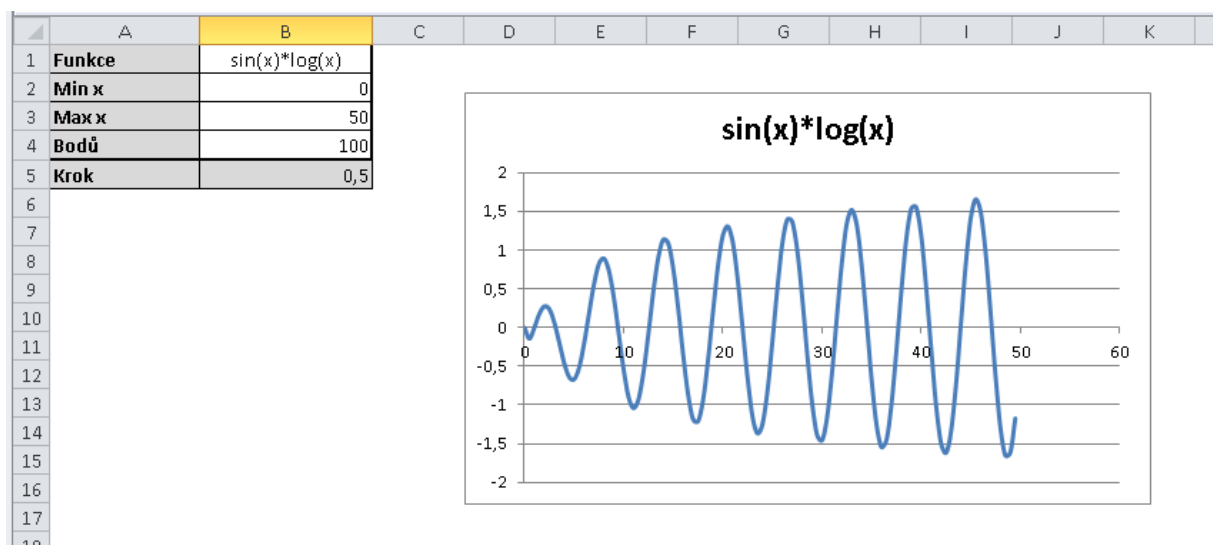


Pokud vše proběhne správně, vznikne obdobný graf jako na Obrázek 1-7:

Obrázek 1-15



Pronikavě se však liší jeho chování. Změníme-li parametry zadání včetně definice funkce, graf reaguje na změny, aniž bychom museli zasahovat do listu s daty, např.:

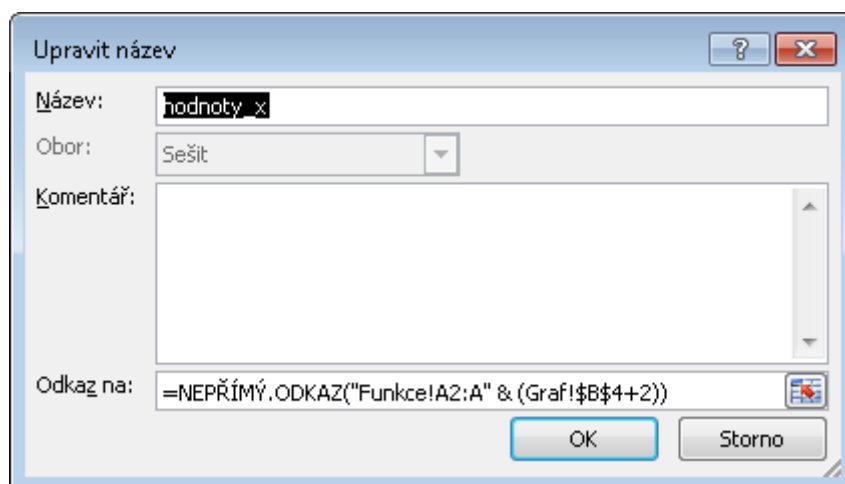


Poznámka: Pozornější čtenář si dozajista všimne, že řetězec s definicí funkce v našem případě nesmí obsahovat znak „x“ jinde než v argumentu. Např. následující použití exponenciální funkce „exp(-x*x)“ je nevyhovující: v pojmenovaném vzorci by se nahradily všechny výskyty znaku „x“, což by vedlo k pokusu o vyhodnocení výrazů typu „e4,2p(-4,2*4,2)“. V takovém případě je vhodnější použít jiný víceznakový argument, zde např. „exp(-param*param)“, což je třeba upravit také v pojmenovaném vzorci „funkce“.

c) Dynamický počet bodů v grafu

Pokud změníme v listu s parametry obsah buňky B4 (počet bodů v grafu), nezobrazí se výsledný průběh korektně. Podle Obrázek 1-14 jsme totiž zadali zobrazovaný rozsah pevně pro 100 bodů. Bohužel, graf Excelu neumožňuje přímo vložit do formuláře „Vybrat data“ oblast s dynamickými mezemi (např. formou nepřímého odkazu). Použijeme proto opět techniku názvů a funkci „NEPŘÍMÝ.ODKAZ“. Definujeme nový název takto:

Obrázek 1-16



Ve vzorci jsme nejprve vytvořili text s definicí oblasti, kde je horní mez určena dynamicky z buňky \$B\$4. Funkci „NEPŘÍMÝ.ODKAZ“ jsme použili k jeho transformaci na skutečnou oblast. Funkce převádí text na odpovídající oblast, resp. její adresu.

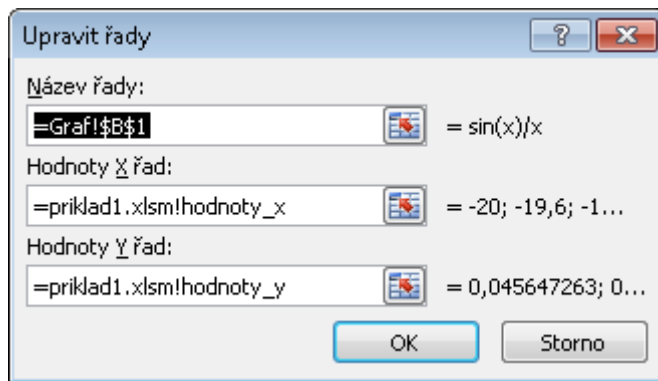
Poznámka: Mezi textem a adresou oblasti je obdobný vztah jako mezi textem a vzorcem. Skutečně by i v tomto případě bylo možné použít funkci „VYHODNOTIT“. Ta je sice univerzálnější (vytvoří oblast nebo vzorec), je však také pomalejší a její použití bychom měli omezit na nezbytné případy.

K vytvoření dynamické oblasti lze použít i funkci „POSUN“, má však více parametrů.

Název „hodnoty_x“ nyní reprezentuje sloupec buněk v listu „Data“ od řádku 2 až po řádek určený parametrem v listu „Funkce“. Stejným způsobem vytvoříme ze sloupce B pojmenovanou oblast „hodnoty_y“.

V grafu nyní upravíme výběr dat s využitím našich názvů takto:

Obrázek 1-17



Název jsme museli vložit včetně názvu sešitu (souboru), neboť jeho platnost je takto definována. Vynechání názvu souboru vyvolá chybu.

List „Data“ musíme na začátku připravit s maximálním počtem bodů (např. 500), který nebudeme při nastavování parametru „počet bodů“ překračovat (viz Obrázek 1-10). Pro konstrukci grafu se pak použije právě tolik bodů, kolik jsme nastavili v uvedeném parametru. Některé buňky pak zůstanou pro graf nevyužity. Pokud bychom však do formuláře vložili větší počet bodů, než kolik máme v listu „Data“ naplněno příslušnými vzorci, bude graf konstruován z prázdných buněk. Doplnění nových hodnot do prázdných buněk pomocí vzorců je již komplikované a je lepší pro tento účel použít možnosti programování.

Úkoly

- Graf upravte do estetičtější podoby (např. viz obrázek níže).
- Prozkoumejte funkci POSUN pro dynamickou definici oblasti.
- Pro naši funkci dojde pro případ $x = 0$ k dělení nulou. Funkce má však v tomto bodě hodnotu 1. Navrhněte ošetření této možnosti.

Obrázek 1-18

