

1.1.5 Rychlost

Předpoklady: 1104

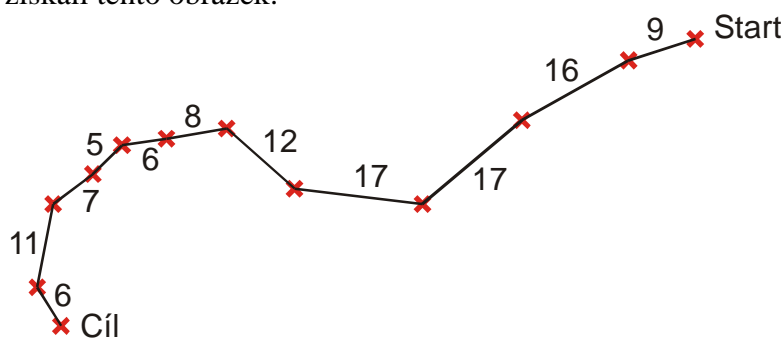
Rychlost:

- kolik ukazuje ručička na tachometru
- jak rychle se mívá krajina za oknem
- jak rychle se dostaneme z jednoho místa na druhé

Okamžitá rychlost se při jízdě autem neustále mění (brzdíme v zatáčkách a před vesnicí, zrychlujeme za cedulí, na dálnici).

Průměrná rychlost je jedna pro celou cestu. Říká, jak jsme celkově jeli rychle, není z ní vidět, kde jsme brzdili a kde zrychlovali. Je to taková rychlost, kterou bychom museli jet celou cestu, abychom ji urazili za stejnou dobu.

Budeme pokračovat tam, kde jsme skončili minulou hodinu. Při měření pohybu šneka jsme získali tento obrázek:



a následující tabulku:

t [s]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
s [mm]	0	9	25	42	59	71	79	85	90	97	108	114
Δs [mm]		9	16	17	17	12	8	6	5	7	11	6

Př. 1: Rozhodni podle obrázku, kdy se šnek pohyboval nejvyšší a kdy nejnižší rychlostí. Jak se to projevilo v tabulce?

Nejvyšší rychlostí se šnek pohyboval mezi desátou a dvacátou sekundou. Křížky jsou nejdál od sebe. V tabulce patří k těmto intervalům největší změny dráhy a nejvíce se liší sousední hodnoty dráhy.

Nejnižší rychlostí se šnek pohyboval mezi třicátou a čtyřicátou sekundou. Křížky jsou nejbliž u sebe. V tabulce patří k těmto intervalům nejmenší změny dráhy a nejméně se liší sousední hodnoty dráhy.

Př. 2: Rozhodni, zda změna dráhy je pouze jiným názvem pro rychlost nebo ne. Najdi, co nejvíce důvodů pro své tvrzení.

Změna dráhy není rychlostí protože:

- v tabulce je ještě volná řádka, která je zřejmě určena na hodnoty rychlosti
- změna dráhy je uvedena v mm, ale rychlost se uvádí v jiných jednotkách. Nejspíše by měla být uvedena v mm/s
- V minulé hodině jsme počítali i změny dráhy pro delší časové úseky a ty vycházely větší než 17, které nám v tabulce vyšly pro pohyb mezi 10 s a 20 s, kdy měla být nejvyšší rychlost
- Kdybychom měřili polohu šneka po deseti sekundách hodnoty ve třetím řádku by se zvětšily, ale rychlost šneka by měla zůstat celá
- Pomalý šnek může mít stejnou změnu dráhy jako rychlý, když se bude pohybovat delší dobu.

⇒ změna dráhy není rychlostí, musíme zohlednit nejen vzdálenost, kterou šnek mezi dvěma měřeními urazil, ale i dobu, po kterou se mezi nimi pohyboval

Př. 3: Doplň do tabulky řádek s hodnotami rychlostí, kterými se šnek mezi jednotlivými měřeními pohyboval.

Rychlost šneka je větší, když potřebuje kratší čas, menší, když potřebuje delší čas ⇒ hodnoty změny dráhy musíme vydělit dobou, kterou se šnek mezi měřeními pohyboval, tedy 5s

t [s]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
s [mm]	0	9	25	42	59	71	79	85	90	97	108	114
Δs [mm]		9	16	17	17	12	8	6	5	7	11	6
v [mm/s]		1,8	3,2	3,4	3,4	2,4	1,6	1,2	1	1,4	2,2	1,2

Př. 4: Napiš vzorec, podle kterého jsi v předchozím příkladu počítal hodnoty rychlosti.

Dělili jsem změnu dráhy v daném intervalu, délkou tohoto intervalu (tedy ne dobou, která uběhla od začátku měření). Délka intervalu je vlastně změna času mezi měřeními ⇒ pro

rychlost platí vzorec $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$.

Pedagogická poznámka: I když studenti v předchozím kroku úspěšně spočítali hodnoty

rychlosti v tabulce, budou navrhovat špatné vzorce, buď $v = \frac{s}{t}$ nebo $v = \frac{\Delta s}{t}$. U

obou je možné dosazením do zadních sloupců tabulky ukázat, že jsou špatné.

Jak souvisí vzorec $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ se vzorcem $v = \frac{s}{t}$, který známe ze základní školy?

Pan Novák jel ze Strakonice do Prahy autem 1,5 hodiny. Urči rychlost, kterou jel pokud vzdálenost Praha-Strakonice měří 105 km.

- Starý postup: $s = 105 \text{ km}$, $t = 1,5 \text{ h}$, $v = \frac{105}{1,5} \text{ km/h} = 70 \text{ km/h}$.
- Nový postup: auto ujelo 105 km ⇒ $\Delta s = 105 \text{ km}$, za 1,5 h ⇒ $\Delta t = 1,5 \text{ h}$ (čas se změnil o 1,5 hodiny), $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{105}{1,5} \text{ km/h} = 70 \text{ km/h}$

pouze zdánlivě jde o to samé

Spočteme si něco o šnekovi:

Jakou rychlostí se šnek pohyboval mezi 50 s a 55 s?

- Starý způsob: $s_{55} = 144 \text{ mm}$, $t = 55 \text{ s}$, $v = \frac{s}{t} = \frac{144}{55} \text{ mm/s} = 2,6 \text{ mm/s} \Rightarrow$ to není dobře
- Nový způsob: $\Delta s = s_{55} - s_{50} = 144 - 108 \text{ mm} = 6 \text{ mm}$, $\Delta t = 55 - 50 \text{ s} = 5 \text{ s}$,
 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{6}{5} \text{ mm/s} = 1,2 \text{ mm/s}$

Starý vzorec neumí rozlišovat jednotlivé části pohybu, počítáme pomocí něj průměrnou rychlost. Nový vzorec umí počítat rychlost i pro jednotlivé části pohybu.

Průměrnou rychlost vypočteme jako podíl $\bar{v} = \frac{\text{celková dráha}}{\text{celkový čas}}$.

Př. 5: Spočti pomocí vzorce $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ průměrnou rychlost šneka za celou dobu pohybu.

počítáme za celý pohyb:

$$\Delta s = s_{55} - s_0 = 114 - 0 \text{ mm} = 114 \text{ mm}$$

$$\Delta t = 55 - 0 \text{ s} = 55 \text{ s}$$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{114}{55} \text{ mm/s} = 2,1 \text{ mm/s}$$

Šnek se pohyboval průměrnou rychlostí 2,1 mm/s.

Př. 6: Spočti pomocí vzorce $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ průměrnou rychlost šneka:

a) v první části pohybu od 0 s do 25 s

b) v druhé části pohybu od 25 s do 55 s

a) v první části pohybu od 0 s do 25 s

$$\Delta s = s_{25} - s_0 = 71 - 0 \text{ mm} = 71 \text{ mm}$$

$$\Delta t = 25 - 0 \text{ s} = 25 \text{ s}$$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{71}{25} \text{ mm/s} = 2,8 \text{ mm/s}$$

V první části pohybu se šnek se pohyboval průměrnou rychlostí 2,84 mm/s.

b) v druhé části pohybu od 25 s do 55 s

$$\Delta s = s_{55} - s_{25} = 114 - 71 \text{ mm} = 43 \text{ mm}$$

$$\Delta t = 55 - 25 \text{ s} = 30 \text{ s}$$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{43}{30} \text{ mm/s} = 1,4 \text{ mm/s}$$

V druhé části pohybu se šnek se pohyboval průměrnou rychlostí 1,4 mm/s.

Oba výsledky odpovídají realitě, v první části se šnek opravdu pohyboval v průměru rychleji.

Vztah $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ je tedy univerzální, umožňuje spočítat jak průměrnou tak téměř okamžitou rychlost.

Rychlost pohybu určíme jako podíl změny dráhy a změnu času $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$. Čím je použitý časový interval delší, tím více se spočtená hodnota blíží průměrné rychlosti. Čím je použitý interval kratší, tím více se vypočtená hodnota blíží okamžité rychlosti předmětu.

Pedagogická poznámka: U následujícího příkladu hodně záleží na tom, jaké studenty učíte. Obecně se předpokládá, že studenti kreslit grafy umí, ale mé zkušenosti bohužel ukazují, že to není pravda. Následující příklad je tedy řešen jako nácvik kreslení grafů. Doporučuji studentům, aby si na fyziku koupili velký čtverečkový sešit, proto se odkazují k počtům čtverečků v tomto typu sešitů.

Př. 7: Nakresli do jednoho obrázku graf závislosti dráhy a rychlosti šneka na čase. Ještě před nakreslením obou grafů rozhodni, jak z nich poznáš, kdy se šnek pohyboval nejrychleji a kdy nejpomaleji. Porovnej grafy dráhy a rychlosti a zjisti, jakým způsobem je v grafu dráhy „schován“ graf rychlosti“-

Nejrychlejší pohyb:

- graf rychlosti: největší hodnoty, body grafu budou nejvýše
- graf dráhy: dráha se bude nejvíce zvětšovat, graf bude nejstrmější

Nejpomalejší pohyb:

- graf rychlosti: nejnižší hodnoty, body grafu budou nejnižší
- graf dráhy: dráha se bude nejméně zvětšovat, graf bude nejpozvolnější

Kreslení grafu \Rightarrow nejdříve musíme nakreslit a očíslovat osy

Nepsaná domluva: veličinu, na které ostatní veličiny závisí (většinou čas), vynášíme na vodorovnou osu

Volíme měřítko:

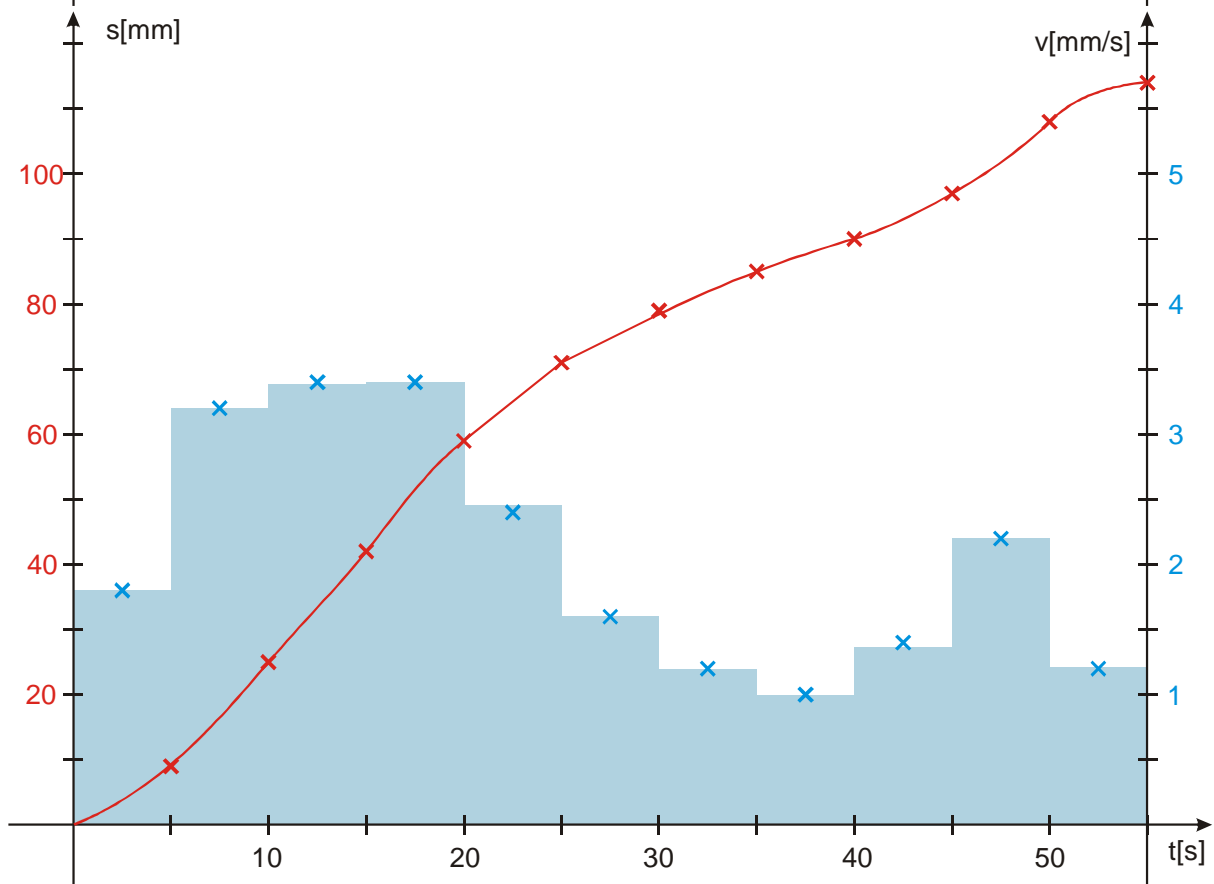
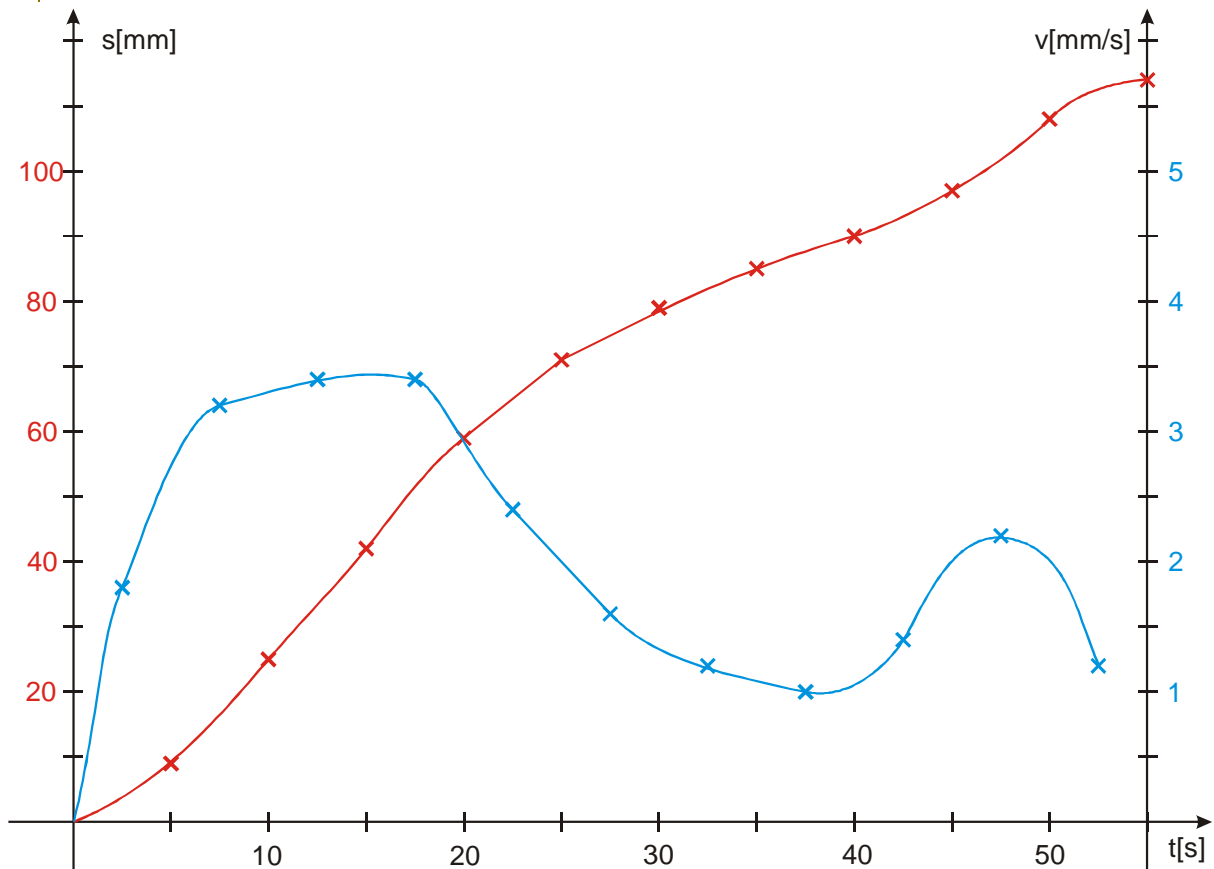
- ve vodorovném směru máme k dispozici 40 čtverečků, na které potřebujeme vynést hodnoty od 0 s do 55 s, hodnoty vynášíme po 5 sekundách \Rightarrow vyneseme 11 hodnot \Rightarrow nejvhodnější bude na 5 s použít 3 čtverečky (využijeme tak 33 čtverečků sešitu)
- hodnoty dráhy se mění od 0 mm do 114 mm \Rightarrow na 10 mm použijeme 2 čtverečky (graf tak bude mít výšku 23 čtverečků)
- hodnoty rychlosti se mění od 0 do 3,4 mm/s, graf by měl zabírat přibližně 20 čtverečků (jako graf dráhy) \Rightarrow 1 mm/s bude zabírat 5 čtverečků (tedy 1 čtvereček odpovídá rychlosti 0,2 mm/s), osu pro rychlost budeme kreslit napravo od plochy pro kreslení grafu

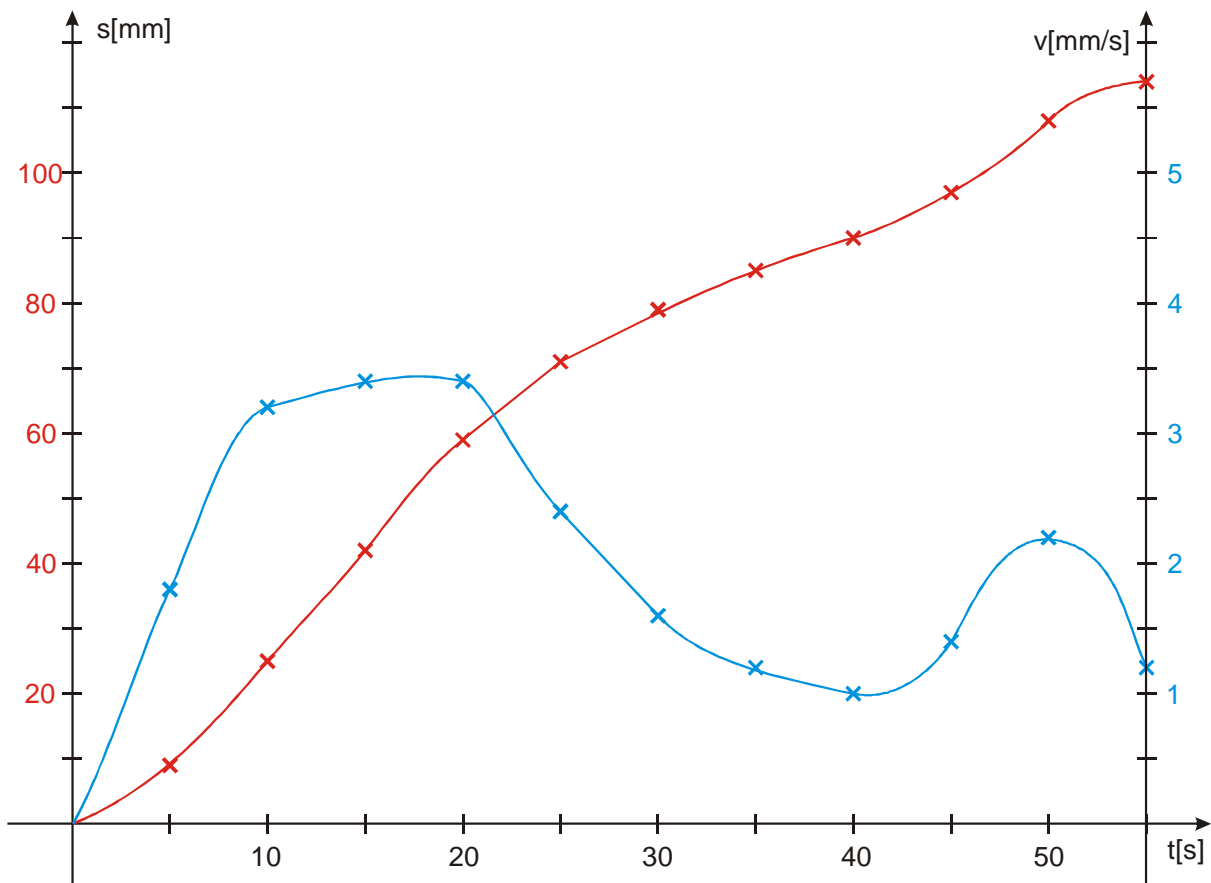
Postřeh: pro pátou sekundu máme v tabulce uvedena dráha 9 mm a rychlost 1,8 mm/s. Mezi těmito hodnotami je rozdíl. Šnek byl v 5 sekundě opravdu 9 mm od počátku, ale hodnota 1,8 mm/s pro rychlost neznámá, že se právě v tomto okamžiku pohyboval touto rychlostí.

Rychlost 1,8 mm/s je průměrnou hodnotou pro celý interval od 0 s do 5 s \Rightarrow

- hodnoty rychlosti budeme vynášet ne pro konečný čas intervalu (například 5 s), ale pro jeho prostředek (v předchozím příkladě 2,5 s) – první graf
- hodnoty rychlosti nebudeme zobrazovat pomocí bodů, ale pomocí sloupečků, které mají šířku celého intervalu (graf níže)

- hodnoty rychlosti vyneseme normálně, ale budeme držet v paměti, že se týkají i jiných okamžiků





Hodnoty rychlost jsme spočítali z hodnot dráhy \Rightarrow graf rychlosti musí být „schovaný“ v grafu dráhy. Jak?

Strmost grafu dráhy určuje výšku grafu rychlosti v daném místě.

velká rychlost \Rightarrow dráha rychle přibývá \Rightarrow její graf je v tomto místě hodně strmý

malá rychlost \Rightarrow dráha pomalu přibývá \Rightarrow její graf je v tomto místě málo strmý

nulová rychlost \Rightarrow dráha se nemění \Rightarrow graf dráhy je vodorovný

Pedagogická poznámka: I v případě, že studenti předstírají dobrou znalost grafů je dobré si pohlídat, zda jejich obrázky jsou dostatečně velké dobře rozmyšlené, aby z nich bylo něco „vidět“.

Shrnutí: Rychlost pohybu určíme jako podíl změny dráhy a změny času $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$.