

# Korespondenční Seminář z Programování

## ZAČÁTEČNICKÁ KATEGORIE



27. ročník

KSP-Z

Leden 2015

Vítejte u letáku třetí série KSP-Z 27. ročníku KSP.

**Termín série:** 9. března v 8:00 SEČ

**Obsah série:** 4 praktické úlohy (značené ) – K těmto úlohám je nutné napsat program (v libovolném vhodném jazyce), stáhnout si z našeho webu vstupní data a odevzdat odpovídající výstup. 2 teoretické úlohy (značené ) – U těchto úloh nás zajímá hlavně slovní popis řešení, ve kterém byste měli zdůvodnit jeho funkčnost a ideálně nás i přesvědčit o jeho efektivitě.

**Odevzdávání:** Přes web na adrese <https://ksp.mff.cuni.cz/z/odevzdej.cgi>.

**Informace:** Další podrobnosti o fungování KSP-Z naleznete na <http://ksp.mff.cuni.cz/z/>. Pokud budete mít jakoukoliv otázku, neváhejte se nás zeptat na [ksp@mff.cuni.cz](mailto:ksp@mff.cuni.cz) nebo na našem fóru. Přejeme hodně štěstí! :-)

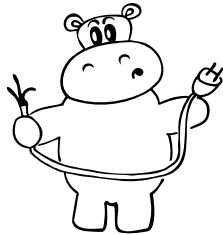


### Zadání třetí série začátečnické kategorie 27. ročníku KSP

Úvodem vás chceme upozornit na nové články o načítání vstupu v Pythonu a jazyce C v naší webové Encyklopedii.<sup>1</sup> Mohly by vám být nápomocné při řešení praktických úloh.

#### 27-Z3-1 Kevin nabíječ, s.r.o. 8 bodů

Většina Kevinových spolužáků velice aktivně používá smart-phone. Možná ale až moc, protože se jim pořád vybíjí. Kevin je na rozdíl od nich podnikavý typ, a tak dostal nápad. Začne podnikat s jejich nabíjením. Ve třídě však mají jen jednu zásuvku, tak Kevin skočil do elektra a koupil prodlužovačky s různými počty výstupů. Nyní by jej zajímalo, kolik nejvíce smartphonů zároveň může nabíjet, pokud prodlužovačky zapojí optimálně.



**Tvar vstupu:** Na prvním řádku vstupu dostanete číslo  $N$  ( $1 \leq N \leq 1\,000\,000$ ) udávající počet Kevinových prodlužovaček. Na druhém řádku bude  $N$  čísel oddělených mezerou udávající počty zdířek jednotlivých prodlužovaček. Všechny prodlužovačky budou mít nejméně nula a nejvíce sto zdířek.

**Tvar výstupu:** Na výstup vypište jediné číslo udávající nejvyšší možný počet volných zdířek, kterých Kevin může optimálním zapojením prodlužovaček dosáhnout.

**Ukázkový vstup:** **Ukázkový výstup:**

2 7  
3 5

#### 27-Z3-2 Nedej vitagen 10 bodů

Kevinova sestra Zuzka dostala od Ježíška písmenkovou skládačku, pomocí které se učí číst slova popředu... a taky pozpátku. Z písmenek poskládala několik slov a všimla si, že některá se čtou popředu stejně jako jiná pozpátku. Hned se běžela pochlubit Kevinovi a zeptala se jej, které nejdleší slovo vypadá stejně jako jiné pozpátku.

**Tvar vstupu:** Na prvním řádku vstupu dostanete číslo  $N$ , počet slov, které Zuzka poskládala. Na dalších  $N$  řádcích bude jedno slovo složené z malých písmen anglické abecedy o maximálně 100 znacích. Slovo bude maximálně 100 000.

**Tvar výstupu:** Na výstup vypište nejdleší slovo, které má mezi slovy na vstupu i svou verzi napsanou pozpátku. Pokud takových slov existuje více, vypište to, které je lexicograficky nejmenší (tj. ve slovníku by bylo napsané jako první).

**Ukázkový vstup:** **Ukázkový výstup:**

5 kecup  
kecup  
ves  
vrabec  
pucek  
sev

#### 27-Z3-3 Superstromy 10 bodů

Kevinův kamarád Petr bude pořádát párty ve své nové zahradě. Ještě předtím by v ní ale chtěl vysadit  $N$  rychlorostoucích superstromů, přičemž o každém přesně ví, kolik dní po zasadění doroste. Se sázením je docela práce, a tak každý den zvládne zasadit právě jeden superstrom. Párty bude uspořádána právě den poté, co doroste poslední ze superstromů. Petr se teď potřebuje s Kevinem poradit a zjistit, kdy nejdříve párty může uspořádat.

**Tvar vstupu:** Na prvním řádku vstupu bude číslo  $N$  udávající celkový počet superstromů ( $1 \leq N \leq 1\,000\,000$ ). Na druhém řádku bude  $N$  čísel oddělených právě jednou mezerou udávající doby růstu jednotlivých superstromů ve dnech. Tyto hodnoty budou v rozsahu 1 až 1000.

**Tvar výstupu:** Na výstup vypište číslo dne, na kdy Petr může naplánovat párty, pokud superstromy bude sázet v optimálním pořadí. První den, kdy Petr sází, má číslo 1.

**Ukázkový vstup:** **Ukázkový výstup:**

4 9  
3 6 7 2

#### 27-Z3-4 Robo Rally 12 bodů

Kevin dostal k Vánocům deskovou hru Robo Rally. Zjednodušeně to je hra, kde se na herní ploše o rozměrech  $W \times H$  pohybuje  $N$  robotů. Na začátku každý robot začíná na své pozici a je natočený jedním ze čtyř směrů. Pak roboti střídavě plní příkazy, v jeden moment plní příkaz vždy pouze jeden robot. Příkazy mohou být tří typů: „otoč se doleva“, „otoč se doprava“ a „popojdi rovně o jedno políčko“.

Příkazy jsou předem určené. Každý příkaz v sobě obsahuje číslo robota, pro kterého je určen, akci, kterou má robot vykonat, a počet opakování pro danou akci. Například zápis 3 K 5 znamená, že robot číslo 3 udělá 5 kroků vpřed, 2 L 1, že robot 2 se jednou otočí o 90° doleva a 4 P 3, že robot 4 se třikrát otočí o 90° doprava.

To ale není všechno. Roboti občas do sebe můžou narazit nebo dojet na kraj herní plochy. Pokud robot narazí na kraj, zůstane na stejném políčku. Pokud narazí do jiného robota, tak jej posune o jedno políčko směrem, kterým jede. Stejně tak pokud narazí do řady robotů, tak daným směrem posune celou řadu. Pokud je ale na konci řady okraj desky, celá řada se zastaví.

Kevin poskládal na desku roboty do počáteční pozice a vytáhl pro ně  $M$  kartiček s příkazy. Zajímalo by ho, jak pozice na desce bude vypadat po vyplnění všech  $M$  příkazů v pořadí, v jakém je vytáhl. Pomůžete mu to zjistit?

**Tvar vstupu:** Na prvním řádku vstupu budou čtyři čísla:  $W, H, N, M$  udávající postupně šířku a výšku desky, počet umístěných robotů a počet příkazů. ( $1 \leq W, H \leq 100$ ,  $1 \leq N, M \leq 2500$  a  $N \leq W \cdot H$ )

Dalších  $N$  řádků udává pozice jednotlivých robotů, každý je ve tvaru  $X Y S$ , kde  $0 \leq X \leq W - 1$ ,  $0 \leq Y \leq H - 1$  a  $S$  je jeden ze znaků S, V, J, Z, tj. světová strana, na kterou je robot otočený. Souřadnici  $[0,0]$  považujeme za severozápadní roh hrací desky. Pozice robotů jsou navzájem různé.

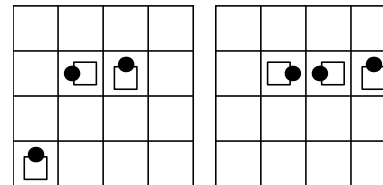
Na dalších  $M$  řádcích jsou definovány příkazy. Příkaz je tvaru  $R P I$ , kde  $R$  představuje číslo robota ( $0 \leq R \leq N - 1$ ),  $P$  znak příkazu (L pro rotaci doleva, P pro rotaci doprava a K pro pohyb dopředu) a  $I$  počet opakování ( $1 \leq I \leq 1\,000\,000\,000$ ).

**Tvar výstupu:** Na výstup vypište  $N$  řádek udávající koncové pozice robotů. Na  $i$ -tém z nich vypište  $x$ -ovou a  $y$ -ovou souřadnici a natočení robota číslo  $i$  a to ve stejném formátu jako na vstupu.

**Ukázkový vstup:** **Ukázkový výstup:**

4 4 3 3 1 1 V  
0 3 S 2 1 Z  
1 1 Z 3 1 S  
2 1 S  
0 K 2  
0 P 1  
0 K 10

Hrací deska na začátku a na konci hry vypadá následovně:



<sup>1</sup> <http://ksp.mff.cuni.cz/encyklopedie/>

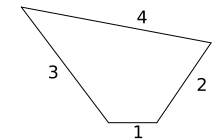
#### 27-Z3-5 Dřevěná slacklajna 12 bodů

Kevin a Sára rádi chodí po slacklajně, jen jim to zatím moc nejde. A tak se rozhodli, že si postaví vlastní, jednodušší, ze dřeva. K dispozici mají  $n$  prken o délkách  $d_1, \dots, d_n$ . Dvě prkna k sobě můžou přidělat (spojit za konce) pod libovolným úhlem. Z prken by si chtěli postavit co nejdleší okruh (mysleno mnohoúhelník), po kterém by mohli chodit kolem dokola.

Navrhněte pro ně co nejefektivnější algoritmus, který pro zadané délky prken spočítá největší obvod okruhu, který je možné z prken postavit. Okruh může být jak konvexní, tak nekonvexní, ale nesmí sám sebe protínat. Není nutné použít všechna prkna. Nezapomeňte pořádně zdůvodnit, proč algoritmus funguje a proč počítá tak, jak počítá.

Všechna prkna mají stejnou, zanedbatelnou šířku, tedy s nimi můžete pracovat jako s úsečkami.

Například pro prkna délek 15, 1, 2, 3, 4 je maximální obvod  $1+2+3+4=10$ . Zbylé prkno použít nelze. Výsledný okruh může vypadat například takto:



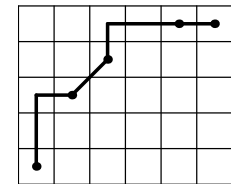
#### 27-Z3-6 Red Bull dává křídla 14 bodů

„Už nikdy nebudu pít!“, pronesl Kevin po tom, co se na Nový rok probudil u sebe v posteli. „Aspoň ne Red Bull! ... Bože, to byla zas cesta domů!“

To byl takhle Kevin po takové čtvercové síti velké  $W \times H$  ze startu na políčku  $[x_s, y_s]$  do cíle na políčku  $[x_c, y_c]$ . Každý jeho lichý krok skákal, tj. hýbal se jako šachový kůň a každý jeho sudý krok normálně šel, tj. hýbal se jako šachový král. Navrhněte algoritmus, který Kevinovi najde nejkratší cestu ze startu do cíle, pokud cestuje za těchto podmínek.

Ken připomeneme, že skok šachového koně je vždy posunem o dvě políčka v jedné souřadnici a o jedno políčko v souřadnici druhé. Šachový král se může pohnout na jedno z osmi sousedních políček.

Například optimální cesta mezi protějšími rohy šachovnice  $6 \times 5$  má 4 kroky a vypadá takto:



# Korespondenční Seminář z Programování

## ZAČÁTEČNICKÁ KATEGORIE



27. ročník

KSP-Z

Leden 2015

Vítejte u letáku třetí série KSP-Z 27. ročníku KSP.

**Termín série:** 9. března v 8:00 SEČ

**Obsah série:** 4 praktické úlohy (značené ) – K těmto úlohám je nutné napsat program (v libovolném vhodném jazyce), stáhnout si z našeho webu vstupní data a odevzdat odpovídající výstup. 2 teoretické úlohy (značené ) – U těchto úloh nás zajímá hlavně slovní popis řešení, ve kterém byste měli zdůvodnit jeho funkčnost a ideálně nás i přesvědčit o jeho efektivitě.

**Odevzdávání:** Přes web na adrese <https://ksp.mff.cuni.cz/z/odevzdej.cgi>.

**Informace:** Další podrobnosti o fungování KSP-Z naleznete na <http://ksp.mff.cuni.cz/z/>. Pokud budete mít jakoukoliv otázku, neváhejte se nás zeptat na [ksp@mff.cuni.cz](mailto:ksp@mff.cuni.cz) nebo na našem fóru. Přejeme hodně štěstí! :-)

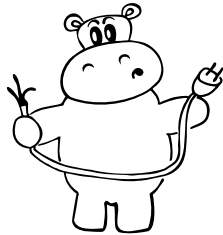


### Zadání třetí série začátečnické kategorie 27. ročníku KSP

Úvodem vás chceme upozornit na nové články o načítání vstupu v Pythonu a jazyce C v naší webové Encyklopedii.<sup>1</sup> Mohly by vám být nápomocné při řešení praktických úloh.

#### 27-Z3-1 Kevin nabíječ, s.r.o. 8 bodů

Většina Kevinových spolužáků velice aktivně používá smart-phone. Možná ale až moc, protože se jim pořád vybíjí. Kevin je na rozdíl od nich podnikavý typ, a tak dostal nápad. Začne podnikat s jejich nabíjením. Ve třídě však mají jen jednu zásuvku, tak Kevin skočil do elektra a koupil prodlužovačky s různými počty výstupů. Nyní by jej zajímalo, kolik nejvíce smartphonů zároveň může nabíjet, pokud prodlužovačky zapojí optimálně.



**Tvar vstupu:** Na prvním řádku vstupu dostanete číslo  $N$  ( $1 \leq N \leq 1\,000\,000$ ) udávající počet Kevinových prodlužovaček. Na druhém řádku bude  $N$  čísel oddělených mezerou udávající počty zdířek jednotlivých prodlužovaček. Všechny prodlužovačky budou mít nejméně nula a nejvíce sto zdířek.

**Tvar výstupu:** Na výstup vypište jediné číslo udávající nejvyšší možný počet volných zdířek, kterých Kevin může optimálním zapojením prodlužovaček dosáhnout.

**Ukázkový vstup:** **Ukázkový výstup:**

2 7  
3 5

#### 27-Z3-2 Nedej vitagen 10 bodů

Kevinova sestra Zuzka dostala od Ježíška písmenkovou skládačku, pomocí které se učí číst slova popředu... a taky pozpátku. Z písmenek poskládala několik slov a všimla si, že některá se čtou popředu stejně jako jiná pozpátku. Hned se běžela pochlubit Kevinovi a zeptala se jej, které nejdleší slovo vypadá stejně jako jiné pozpátku.

**Tvar vstupu:** Na prvním řádku vstupu dostanete číslo  $N$ , počet slov, které Zuzka poskládala. Na dalších  $N$  řádcích bude jedno slovo složené z malých písmen anglické abecedy o maximálně 100 znacích. Slovo bude maximálně 100 000.

**Tvar výstupu:** Na výstup vypište nejdleší slovo, které má mezi slovy na vstupu i svou verzi napsanou pozpátku. Pokud takových slov existuje více, vypište to, které je lexiograficky nejmenší (tj. ve slovníku by bylo napsané jako první).

**Ukázkový vstup:** **Ukázkový výstup:**

5 kecup  
kecup  
ves  
vrabec  
pucek  
sev

#### 27-Z3-3 Superstromy 10 bodů

Kevinův kamarád Petr bude pořádát párty ve své nové zahradě. Ještě předtím by v ní ale chtěl vysadit  $N$  rychlorostoucích superstromů, přičemž o každém přesně ví, kolik dní po zasadění doroste. Se sázením je docela práce, a tak každý den zvládne zasadit právě jeden superstrom. Párty bude uspořádána právě den poté, co doroste poslední ze superstromů. Petr se teď potřebuje s Kevinem poradit a zjistit, kdy nejdříve párty může uspořádat.

**Tvar vstupu:** Na prvním řádku vstupu bude číslo  $N$  udávající celkový počet superstromů ( $1 \leq N \leq 1\,000\,000$ ). Na druhém řádku bude  $N$  čísel oddělených právě jednou mezerou udávající doby růstu jednotlivých superstromů ve dnech. Tyto hodnoty budou v rozsahu 1 až 1000.

**Tvar výstupu:** Na výstup vypište číslo dne, na kdy Petr může naplánovat párty, pokud superstromy bude sázet v optimálním pořadí. První den, kdy Petr sází, má číslo 1.

**Ukázkový vstup:** **Ukázkový výstup:**

4 9  
3 6 7 2

#### 27-Z3-4 Robo Rally 12 bodů

Kevin dostal k Vánocům deskovou hru Robo Rally. Zjednodušeně to je hra, kde se na herní ploše o rozměrech  $W \times H$  pohybuje  $N$  robotů. Na začátku každý robot začíná na své pozici a je natočený jedním ze čtyř směrů. Pak roboti střídavě plní příkazy, v jeden moment plní příkaz vždy pouze jeden robot. Příkazy mohou být tří typů: „otoč se doleva“, „otoč se doprava“ a „popojdi rovně o jedno políčko“.

Příkazy jsou předem určené. Každý příkaz v sobě obsahuje číslo robota, pro kterého je určen, akci, kterou má robot vykonat, a počet opakování pro danou akci. Například zápis 3 K 5 znamená, že robot číslo 3 udělá 5 kroků vpřed, 2 L 1, že robot 2 se jednou otočí o 90° doleva a 4 P 3, že robot 4 se třikrát otočí o 90° doprava.

To ale není všechno. Roboti občas do sebe můžou narazit nebo dojet na kraj herní plochy. Pokud robot narazí na kraj, zůstane na stejném políčku. Pokud narazí do jiného robota, tak jej posune o jedno políčko směrem, kterým jede. Stejně tak pokud narazí do řady robotů, tak daným směrem posune celou řadu. Pokud je ale na konci řady okraj desky, celá řada se zastaví.

Kevin poskládal na desku roboty do počáteční pozice a vytáhl pro ně  $M$  kartiček s příkazy. Zajímalo by ho, jak pozice na desce bude vypadat po vyplnění všech  $M$  příkazů v pořadí, v jakém je vytáhl. Pomůžete mu to zjistit?

**Tvar vstupu:** Na prvním řádku vstupu budou čtyři čísla:  $W, H, N, M$  udávající postupně šířku a výšku desky, počet umístěných robotů a počet příkazů. ( $1 \leq W, H \leq 100$ ,  $1 \leq N, M \leq 2500$  a  $N \leq W \cdot H$ )

Dalších  $N$  řádků udává pozice jednotlivých robotů, každý je ve tvaru  $X Y S$ , kde  $0 \leq X \leq W - 1$ ,  $0 \leq Y \leq H - 1$  a  $S$  je jeden ze znaků S, V, J, Z, tj. světová strana, na kterou je robot otočený. Souřadnici  $[0,0]$  považujeme za severozápadní roh hrací desky. Pozice robotů jsou navzájem různé.

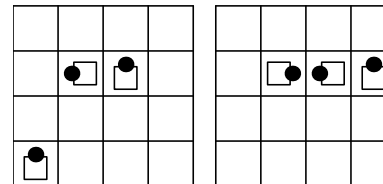
Na dalších  $M$  řádcích jsou definovány příkazy. Příkaz je tvaru  $R P I$ , kde  $R$  představuje číslo robota ( $0 \leq R \leq N - 1$ ),  $P$  znak příkazu (L pro rotaci doleva, P pro rotaci doprava a K pro pohyb dopředu) a  $I$  počet opakování ( $1 \leq I \leq 1\,000\,000\,000$ ).

**Tvar výstupu:** Na výstup vypište  $N$  řádek udávající koncové pozice robotů. Na  $i$ -tém z nich vypište  $x$ -ovou a  $y$ -ovou souřadnici a natočení robota číslo  $i$  a to ve stejném formátu jako na vstupu.

**Ukázkový vstup:** **Ukázkový výstup:**

4 4 3 3 1 1 V  
0 3 S 2 1 Z  
1 1 Z 3 1 S  
2 1 S  
0 K 2  
0 P 1  
0 K 10

Hrací deska na začátku a na konci hry vypadá následovně:



Chcete-li s námi komunikovat šifrovaně a bezpečně, můžete si ověřit náš HTTPS certifikát – jeho SHA1 fingerprint je: **0E:D9:B6:E5:6F:B0:51:D9:66:EB:E9:29:E4:58:AB:5F:99:D6:FD:A3.**

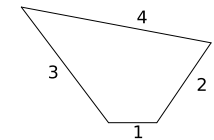
#### 27-Z3-5 Dřevěná slacklajna 12 bodů

Kevin a Sára rádi chodí po slacklajně, jen jim to zatím moc nejde. A tak se rozhodli, že si postaví vlastní, jednodušší, ze dřeva. K dispozici mají  $n$  prken o délkách  $d_1, \dots, d_n$ . Dvě prkna k sobě můžou přidělat (spojit za konce) pod libovolným úhlem. Z prken by si chtěli postavit co nejdleší okruh (mysleno mnohoúhelník), po kterém by mohli chodit kolem dokola.

Navrhněte pro ně co nejefektivnější algoritmus, který pro zadané délky prken spočítá největší obvod okruhu, který je možné z prken postavit. Okruh může být jak konvexní, tak nekonvexní, ale nesmí sám sebe protínat. Není nutné použít všechna prkna. Nezapomeňte pořádně zdůvodnit, proč algoritmus funguje a proč počítá tak, jak počítá.

Všechna prkna mají stejnou, zanedbatelnou šířku, tedy s nimi můžete pracovat jako s úsečkami.

Například pro prkna délek 15, 1, 2, 3, 4 je maximální obvod  $1+2+3+4=10$ . Zbylé prkno použít nelze. Výsledný okruh může vypadat například takto:



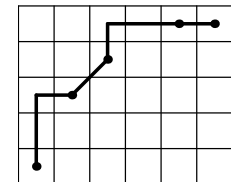
#### 27-Z3-6 Red Bull dává křídla 14 bodů

„Už nikdy nebudu pít!“, pronesl Kevin po tom, co se na Nový rok probudil u sebe v posteli. „Aspoň ne Red Bull! ... Bože, to byla zas cesta domů!“

To byl takhle Kevin po takové čtvercové síti velké  $W \times H$  ze startu na políčku  $[x_s, y_s]$  do cíle na políčku  $[x_c, y_c]$ . Každý jeho lichý krok skákal, tj. hýbal se jako šachový kůň a každý jeho sudý krok normálně šel, tj. hýbal se jako šachový král. Navrhněte algoritmus, který Kevinovi najde nejkratší cestu ze startu do cíle, pokud cestuje za těchto podmínek.

Jeň připomeneme, že skok šachového koně je vždy posunem o dvě políčka v jedné souřadnici a o jedno políčko v souřadnici druhé. Šachový král se může pohnout na jedno z osmi sousedních políček.

Například optimální cesta mezi protějšími rohy šachovnice  $6 \times 5$  má 4 kroky a vypadá takto:



<sup>1</sup> <http://ksp.mff.cuni.cz/encyklopedie/>