

Etap	1	2	3	4	5	Suma
Punkty	4	9	8	3	0	24
Wynik						

L4: Carthago delenda est

Jest rok DCVIII ab urbe condita. Konsul Scypion Afrykański Młodszy (Publius Cornelius Scipio Æmilianus Africanus Minor) ostatecznie zdobył Kartaginę. Senat Wiecznego Miasta, przekonany przez Katona Starszego (Marcus Porcius Cato), nakazuje całkowicie zniszczyć wrogie miasto a pola posypać solą, by nic więcej w tym miejscu nie rosło. Jednak posypanie solą tak dużego obszaru nie jest takie proste, jak mogłoby się wydawać. Ustalono, że Scypion będzie odpowiedzialny za posypywanie pól solą, zaś jego kolega na urządzie, Gajusz (Gaius Livius Drusus), za transport soli na miejsce. Scypion chce jak najszybciej uporać się z zadaniem i wrócić do Rzymu by odbyć zasłużony triumf. Jednak Gajusz, zazdrosny o jego sukces, z pewnością będzie starał się opóźnić dostawy soli. Aby odpowiednio rozegrać politycznie całą sprawę, Scypion poprosił Ciebie o stworzenie symulacji posypywania Kartaginy solą, która pozwoli oszacować, ile zajmie to czasu.

Kartagina została podzielona na działki o rozmiarze 10x10 actus (ok. 355x355 metrów), czyli 50 iugera. Przyjmuje się, że jeden worek soli wystarcza na 1 iugerum, tak więc na każdą działkę należy dostarczyć 50 worków. Gdy sól jest już dostarczona przez tragarzy Gajusza, robotnicy Scypiona mogą rozpocząć posypywanie. Do posypania jest $1 \leq N \leq 20$ działek, na każdej działce pracuje jeden robotnik Scypiona. Gajusz kieruje $1 \leq Q \leq 10$ tragarzami.

Uwaga Część kodu początkowe jest zawarta w pliku nagłówkowym `common.h`. Nie należy go modyfikować (serwer odrzuci modyfikacje). Jest tam zawarta implementacja kilku funkcji pomocniczych, należy się z nimi zapoznać.

Jak zawsze niedozwolone jest używanie zmiennych globalnych i statycznych.

Etapy:

- 4 p. Przygotuj obsługę sygnałów pod kolejne etapy. W funkcji `main` stworzone są zmienne `do_work` razem z mutexem. Po otrzymaniu sygnału `SIGINT` `do_work` powinno być bezpiecznie ustawiane na 0. Obsługę sygnałów zrealizuj osobnym wątkiem.
- 9 p. Zaimplementuj symulację dostarczania soli na pola. Zgodnie z treścią zadanie jest N działek (tablica współdzielona między wątkami), a każda jest reprezentowana przez liczbę dostarczonych, niewykorzystanych worków soli oraz liczbę już posypanych iugerum. Program tworzy Q wątków tragarzy. Każdy wątek wybiera losową działkę po czym przez $(5 + \text{numer pola})$ ms transportuje tam (śpi) 5 worków soli. Pamiętaj o odpowiedniej synchronizacji - każda działka powinna mieć mutex, ponieważ dwaj tragarze mogą dotrzeć do niej w tym samym czasie. Na razie program działa do czasu otrzymania `SIGINT` - po jego otrzymaniu tragarze przestają transportować worki i ich wątki się kończą. Główny proces czeka na zakończenie wszystkich pozostałych wątków i się kończy.
- 8 p. Zaimplementuj wątek robotników. Robotnik na działce bierze worek z solą (musi być dostępna) i przez 15ms ją rozsypuje (śpi) po czym wypisuje na terminal komunikat: `SERVVS <numer robotnika>: ADIPISCOR SALEM <liczba już posypanych pól na tej działce> ADHVC IVGERVM`. W przypadku gdy przy danej działce nie ma już dostępnej soli wątek czeka na dostawę, co 0.1 sekundy pisząc na terminal `SERVVS <numer robotnika>: EXSPECTO SALEM`. Pamiętaj o zapewnieniu odpowiedniej synchronizacji. Do informowania oczekującego robotnika przez tragarza o dostawie soli użyj zmiennej warunkowej (podpowiedź: `pthread_cond_timedwait` może być trochę nieintuicyjne. Sprawdź manual. W kodzie startowym jest napisana pomocna funkcja). Gdy działka zostanie posypana solą wątek pisze na terminal `SERVVS <numer robotnika>: LABOR MEVS CONFICIO` i się kończy. Wątek główny czeka na ich zakończenie, po czym, jeżeli wszystkie działki są posypane, Scypion wypisuje na terminal `SCIPIO: VENI, VIDI, VICI, CONSPERSI`, sygnalizuje innym wątkom tragarzy koniec pracy, czeka na ich zakończenie i kończy wątek główny. Podpowiedź: żeby zasygnalizować koniec pracy z wątku głównego możesz po prostu wysłać `SIGINT`.
- 3 p. Scypion otrzymał informację, że Gajusz będzie próbował ograniczyć prędkość posypywania wymawiając się ograniczoną przepustowością portu, do którego zawijają okręty z solą. Zmodyfikuj

wątki tragarzy - przed przeniesieniem soli na działkę tragarz musi spędzić w porcie $5ms$ (portowi robotnicy Gajusza dbają, żeby przeładunek soli z okrętów nie odbywało się zbyt szybko). Do portu może wejść maksymalnie 3 tragarzy na raz (użyj semafora).

5. 0 p. GRADVS ADIVNCTVS. Zmodyfikuj etap trzeci tak, żeby liczby były wyświetlane w systemie rzymskim.