

Přehled zadání příkladů na půlsemeestrálních písemkách IMS za roky 2014-19 cca.

Zadaný systém modelujte formou Petriho sítě s vyznačením všech potřebných parametrů.

Z1

Po jezeře jezdí jedna výletní loď s kapacitou 50 cestujících. Provozní doba lodi začíná ráno u nástupního mola pro cestující. Provozní doba lodi trvá 10 hodin. Cestující přichází na molo v intervalech daných exponenciálním rozložením se středem 5 minut. Pokud cestující přijde po ukončení provozní doby, okamžitě systém opouští. Cestující nastupují na loď jednotlivě. Nástup jednoho cestujícího na loď trvá dobu danou exp. rozložením se středem 30 sekund. Loď odjíždí od mola na výletní jízdu, pokud nastane jeden z těchto dvou případů (nastupování cestujícího se vždy dokončí): 1) loď je naplněna cestujícími, 2) uplynuly 2 minuty od nastoupení posledního cestujícího z fronty (tj. loď na molu čeká) Výlet trvá jednu hodinu a končí vždy na molu. Po ukončení provozní doby loď dokončí případné nabírání cestujících dle výše uvedených pravidel a vyrazí na výlet. Pokud se přistaví k molu po dokončení provozní doby, cestující už nenabírá a přesune se do depa. Cestovní doby mezi molem a depem neuvažujeme. Také neuvažujeme dobu vystupování cestujících po návratu z výletu.

Modelujte jeden den provozu výletní lodi.

Z2

Do kotle uhelné elektrárny přikládá uhlí uhelný mlýn zabezpečující přísun a zpracování paliva pro kotel. V režimu běžného provozu vhazuje mlýn do kotle dávku paliva v intervalu 1 minuta. V intervalech daných exponenciálním rozložením se středem 100 dní dochází v elektrizační soustavě k havárii, která si vynutí okamžité odstavení elektrárny. Během odstávky mlýn nedodává kotli palivo a kotel 5 hodin chladne. Po vychladnutí kotle lze elektrárnu opět zapojit. Opětovný start elektrárny zabere dalších 5 hodin pomalého rozehtívání, kdy mlýn vhazuje dávku paliva v intervalech 5 minut. Po dokončení rozehtívací fáze může mlýn začít zásobovat kotel dle intervalu běžného režimu. Interval mezi haváriemi se počítá od posledního naběhnutí elektrárny do běžného režimu nebo od počátku modelového času.

Z3

Přečerpávací vodní elektrárna je složena ze dvou nádrží A a B. Každá nádrž má kapacitu 1000 jednotek vody. V počátečním stavu jsou obě naplněny 500 jednotkami vody. Elektrizační soustava pracuje v běžném denním provozu 16 hodin a v nočním provozu 8 hodin. V běžném denním provozu se spouští voda z nádrže A do nádrže B rychlostí jednotka vody za 4 minuty. V běžném nočním provozu se čerpá z B zpátky do A rychlostí jednotka vody za 1 minutu až do vyprázdnění nádrže B. V intervalech daných exponenciálním rozložením se středem 100 dní dochází k havárii v soustavě. Pokud tato havárie nastane v běžném denním provozu, pak elektrárna zvýší produkci tím, že spouští vodu z A do B rychlostí jednotka vody za 1 minutu do vyčerpání zásob, nejvýše však 3 hodiny. Potom se vrací do režimu dle denní doby.

Z4

Bagrista má odstranit zeminu z 1000 metrů dlouhého úseku pro stavbu silnice. Zeminu ukládá na jedno aktuálně přistavené nákladní auto. V systému jsou 3 nákladní auta, která jsou v počátečním stavu přítomna na stavbě. Jedno auto pojme zeminu z úseku 3 metrů stavby. Bagrování jednoho metru úseku trvá dobu danou exponenciálním rozložením se středem 5 minut. Naložené auto odjíždí a vrací se prázdné za dobu danou exponenciálním rozložením se středem 1 hodina. Pokud bagrista nemá přistaveno nákladní auto, přeruší práci a odchází na dobu 10 minut do nedalekého stánku s občerstvením.

Z5

Životní cyklus překladiště se skládá z osmihodinové pracovní doby a 16 hodin odpočinku. Auta s nákladem přijíždí na rampu překladiště pouze během pracovní doby v intervalech daných exp. rozložením se středem 10 minut. Auto je přistaveno na rampu a čeká dokud z něj jeřáb nevyloží 1 jednotku nákladu. Jeřábník přesouvá jednotku nákladu z auta do místa určené dobu danou exponenciálním rozložením se středem 3 minuty. Pokud nemá 10 minut co přesouvat (na rampě není auto), pak jeřábník vyráží na obchůzku po překladišti, která trvá 5-10 minut rovnoměrně.

Z6

Do nemocniční ambulance přicházejí stále pacienti v intervalech daných exp. rozložením se středem 20 minut. Po příchodu jsou registrováni u přepážky objednávání a registrace pacientů (1-2 minuty). Ambulance obsahuje dva lékaře, kteří vyšetřují čekající pacienty. Doba vyšetření se řídí exp. rozložením se středem 10 minut. V intervalech daných exp. rozložením se středem 5 hodin sanitka přiveze do nemocnice dodávku urgentních pacientů. Oba lékaři přeruší svou případnou práci v ambulanci a opouští ordinace na dobu 3-4 hodiny k urgentnímu zásahu. Aktuálně rozpracovaní pacienti u registrační přepážky prioritně provedou přeobjednání (1-2 minuty) a opouští systém. Ostatní pacienti v čekárně čekají dále.

Z7

Hudební rádio pouští písničky, reklamy a rozhovory s posluchači, kteří si přejí přehrát oblíbenou písničku. Písnička hraje po dobu 3-5 minut. Redaktor rádia přehrává písničky ze svého seznamu a kromě toho musí každou hodinu začít přehrávat reklamní stopu o délce 5 minut. Posluchači volají do rádia v intervalech daných exp. rozložením se středem 20 minut. Posluchač je vpuštěn do vysílání až potom, kdy dohraje písnička, případně reklama (reklama má přednost před posluchačem). Rozhovor s posluchačem trvá 1-2 minuty. Reklama přeruší přehrávání písničky i rozhovor s posluchačem. Přerušená písnička se neopakuje. Přerušovaný rozhovor se opakuje od začátku.

Z8

Zahradník na FIT má každý den zalít 30 květin v květináčích. Květiny obchází s konvicí o kapacitě 10 jednotek vody. Květina s pravděpodobností 20% vyžaduje 3 jednotky vody, jinak 4 jednotky vody. Zahradník napustí konvici do plné kapacity za 60 sekund. Cesta mezi zdrojem vody a libovolným květináčem nechť je 2-5 minut. Cesta mezi květináči nechť je dána exp. rozložením se středem 1 minuta. Pokud u květináče zahradník zjistí, že daná květina vyžaduje více vody než má aktuálně v konvici, pak se vrací vodu (cesta ke zdroji a zpět) v konvici doplnit. Zalití květiny trvá vždy 20 sekund. Zahradník je na počátku u zdroje vody a má naplněnou konvici. Modelujte jeden den práce zahradníka.

Z9

Do školní menzy přichází studenti v intervalech $\exp(3 \text{ min})$. Jídlo vydává 5 kuchařek. Doba obsluhy jednoho studenta kuchařkou se řídí $\exp(1 \text{ min})$. Po obdržení jídla student konzumuje po dobu 10-15 minut rovnoměrně. V intervalech $\exp(100 \text{ dní})$ dostává menza hlášení o žloutenkové karanténě. Po příchodu hlášení se ukončí okamžitě všechny činnosti (výdej, konzumace) a úplně všichni studenti opustí menzu. Po odchodu všech studentů z menzy se zahájí karanténa trvající 10 dní. Příchodem hlášení se zastaví proces příchodu studentů do menzy.

Z10

Pracovní doba úřadu je 8 hodin, po kterých následuje 16 hodin volna. Do úřadovny přichází klienti v období pracovní doby v intervalech $\exp(10 \text{ min})$. Agendu klientů vyřizují úředníci na třech přepážkách. Zpracování jednoho klienta trvá dobu $\exp(15 \text{ min})$. Pokud počet klientů ve frontě k přepážkám dosáhne počtu 10 klientů, úřad na dobu 2 hodin otevře tři další dodatečné přepážky. Po ukončení pracovní doby opouští všichni klienti ve frontě úřad (rozpracovaní klienti jsou dokončeni) a po uvolnění klientem se taky okamžitě uzavřou případné dodatečné přepážky.

Z11

Systém vodní přečerpávací elektrárny je tvořen dvěma nádržemi A a B, obě s kapacitou 600 jednotek vody. Režim systému se dělí na: 1) denní etapu výroby (16 hodin), kdy se voda spouští z elektrárny B do A rychlostí 1 jednotka vody za 2 minuty do vyčerpání zásob a na 2) noční etapu spotřeby, kdy se voda z A čerpá do B rychlostí 1 jednotka za 1 minutu. V intervalech daných $\exp(10 \text{ dní})$ dochází v elektrizační soustavě k havárii vyžadující zvýšenou spotřebu elektřiny. Havárie trvá 1 hodinu. Pokud k havárii dojde v noční etapě, pak se na dobu havárie práce elektrárny přepne do denního (výrobního) režimu. Po dokončení havárie pokračuje systém v práci dle aktuální denní doby. V počátečním stavu začíná denní etapa a stav v nádržích je A: 0, B: 600.

Z12

Do centrály přepravní firmy přichází balíky k rozvozu v intervalech $\exp(20 \text{ min})$. Firma zaměstnává jednoho řidiče, který balíky z centrály rozváží autem o kapacitě 20 balíků. V systému rozlišujeme nově podané A-balíky a B-balíky, u kterých se zatím nepodařilo zastihnout adresáta. Řidič vyráží z centrály po plném naložení auta A-balíky. Doba nakládání balíku zanedbáváme. Doba každé cesty (z centrály k adresátovi, mezi adresáty, zpět do centrály) se řídí $\exp(10 \text{ min})$. Zastávka u každého adresáta trvá rovnoměrně 3-5 minut. Adresát je s pravděpodobností 20% nezastižen a balík se tudíž vrací do centrály. Balíky s nezastiženým adresátem (tzv. B-balíky) se odkládají na další pokusy o doručení. Doba vykládání B-balíků zanedbáváme. B-balík se stává A-balíkem po 24 hodinách. V počátečním stavu nejsou v systému žádné B-balíky.

Z13

V regionu dochází ke vzniku požárů v intervalech daných exponenciálním rozložením se středem 8 hodin. Centrála hasičů dostává hlášení o novém požáru okamžitě po jeho vzniku. Nehašený požár trvá 2-3 hodiny, tj. po uplynutí této doby žádost o pomoc hasičů zaniká. Hasičská centrála má 5 hasičských vozů. K běžnému požáru je třeba výjezd jednoho vozu. Doba cesty vozu ke každému požáru se řídí $\exp 10 \text{ minut}$ (symetricky cesta zpátky). Hašení požáru trvá 30-60 minut. V intervalech daných \exp rozložením se středem 1 týden dochází k požáru extrémního rozsahu, která vyžaduje výjezd všech dostupných požárních vozů (všechny vozy dostupné v centrále, všechny vozy po návratu z běžného požáru). Extrémní požár po 10 hodinách skončí, tj. pak se vozy vrací.

Z14

Uvažujme pekárnu spojenou s obchodem, ve které pracuje jeden pekař. Pekař buď vyrábí chleba nebo se věnuje zákazníkům u pultu. Do obchodu přichází zákazníci v intervalech daných exp 20 minut. Každý zákazník kupuje jeden chleba. V počátečním stavu je na pultě obchodu 20 bochníků chleba a pekař je přítomen u pultu. Obsluha jednoho zákazníka zabere 1-2 minuty. Pokud se na počátku obsluhy zákazníka ukáže, že na pultě došel chleba, pak se pekař přesune do výroby a peče chleba. Doba pečení chleba je 2 hodiny. Rozpracovaný zákazník a všichni zákazníci ve frontě odejdou z obchodu. Výsledkem pečení chleba je 20 bochníků na pult prodejny. Po upečení chleba se pekař vrací k pultu. V průběhu pečení chleba nově přichází zákazníci okamžitě opouští obchod.

Z15

Do městské spalovny vozí odpad auta s kapacitou 1 kubík odpadu. Dovážka odpadu do spalovny probíhá rychlostí 10 kubíků odpadu za hodinu. Kapacita vstupního skladu přivezeného odpadu je 100 kubíků (sklad na počátku obsahuje 50 kubíků odpadu). Pokud není volná kapacita vstupního skladu, pak auto odjíždí nevyloženo. Vyložení auta trvá 2 minuty. Linka s pracovní kapacitou 1 kubík odpadu spaluje odpad rychlostí 15 kubíků za hodinu. V intervalech daných exponenciálním rozložením se středem 3 dny dochází na lince k poruše (porucha nepřerušuje právě prováděné spalování jednotkového kubíku), jejíž oprava zabere 5 hodin. Po opravě se obnoví provoz linky a linka následujících 5 hodin zvýší rychlost spalování na 30 kubíků za hodinu.

Z16

Dílna na produkci jablečného moštu (moštárna) leží vedle jablečného sadu. Moštárna obsahuje 5 poloautomatických lisů, sběrnou nádobu na mošt a jednu lahvovací linku. Ve firmě pracují dva moštaři a pět sběračů jablek. Sběrač v intervalech daný exponenciálním rozložením se středem 30 minut přináší do moštárny jednu bedýnku jablek. Každý moštař pracuje nezávisle a provádí dvě činnosti: 1) plnění lisů jablky, 2) lahvování. Lis pracuje dávkově s kapacitou danou obsahem jedné bedýnky jablek. Plnění lisu moštařem zabere 5-7 minut. Po naplnění lisu dále lis pracuje samostatně. Lisování zabere 30-40 minut a výsledkem je mošt o objemu na 20 lahví. Lisovaný mošt ze všech lisů jde do centrální záchytné nádoby (kapacitu neuvažujeme). Pokud je v záchytné nádobě nějaký mošt, pak moštař přednostně provádí lahvování dokud je nádoba neprázdná. Naplnění jedné lahve moštařem na lahvovací lince zabere 1-2 minuty.

Z17

Letiště má k dispozici jednu dráhu, která slouží pro starty a přistání letadel. V intervalech daných exp(10min) požádá o přistání nové letadlo. Přistávající letadla mají prioritu v přístupu na dráhu před startujícími letadly. Pokud letadlo nezíská dráhu pro přistání do 30 minut od žádosti, pak systém opouští. Letadlo po přistání vymění cestující (za 20-30 minut) a žádá o dráhu pro start. V 10% případů přistávající letadlo havaruje, což způsobí odstávku dráhy na 8 hodin. V případě odstávky dráhy všechna letadla čekající na přistání odletí a v průběhu odstávky nová k letišti nepřilétají. Doba přistání i startu se řídí exponenciálním rozložením se středem 3 minuty.

Z18

Na nástupní molo pro vyhlídkové jízdy lodí přichází cestující v intervalech daných exp(5min). Jízdy provádí jedna výletní loď. Každý cestující po 30 minutách svého čekání ve frontě z fronty odchází. Pokud je k molu přistavena loď, cestující po jednom nastupují. Nastoupení jednoho trvá 1 minutu. Loď od mola vyráží, pokud nastane jedna ze dvou okolností: 1) nastoupilo 20 cestujících (naplněna kapacita lodi), 2) od nastoupení

posledního uběhly 3 minuty (prázdná fronta). Vyhlídková trasa trvá 1 hodinu, a pak se loď vrací k molu. Dobu vystupování cestujících neuvažujeme.

Z19

Do pobočky pošty přichází klienti podat zásilku v intervalech daných exp. rozložením se středem 5 minut. Pobočka má dvě podací přepážky (A a B) a dva zaměstnance (pošťáka a řidiče). Pošťák obsluhuje přepážku A. Řidič je primárně určen pro náklad a odvážení podaných zásilek do Centrály. Doba obsluhy jednoho klienta se řídí $\exp(3\text{min})$. Po překročení počtu 100 podaných zásilek řidič zásilky naloží do auta (trvá 30 minut) a veze je do Centrály. Vrací se po dvou hodinách. Pokud fronta k přepážkám dosáhne délky 3 klienti, pak řidič otevře přepážku B a obsluhuje ji, dokud se fronta nevyprázdí (tj. přepážku opustí po vyprázdění fronty k přepážkám nebo když se naplní kapacita 100 pro odvoz podaných zásilek).

Z20

V provozu městské spalovny pracují tři svozové vozy a jedna spalovací komora. Svozové vozy přijíždí v intervalech $\exp(1h)$ s jednotkovým balíkem odpadu, balík vyloží do fronty ke spalovací komoře a za normálních okolností odjíždí na další sběrnou trasu. Kapacita spalovací komory je pět balíků. Doba spalování jednoho balíku se řídí $\exp(2h)$. Pokud se naplní kapacita komory a stále je její fronta neprázdná, pak se systém přepne do výjimečného stavu, kdy svozové vozy po vyložení balíku čekají na místě do jeho odvolání. Výjimečný stav se odvolá až po tom, co se veškerá spalovací práce v komoře a ve frontě dokončí.

Z21

Městský festivalový autobus sváží návštěvníky z jejich domovů do areálu festivalu. Kapacita autobusu je 20 míst. Návštěvníci registrují svůj požadavek na odvoz v intervalech daných $\exp(5\text{min})$. Autobus při své jízdě po jednom nabírá registrované návštěvníky. Každá jízda autobusu (z areálu k návštěvníkovi, mezi návštěvníky, zpět do areálu) se řídí $\exp(3\text{min})$. Autobus se vrací do areálu buď po naplnění kapacity, nebo pokud je již na svozové jízdě déle než 40 minut. Po příjezdu do areálu vyloží návštěvníky (dobu zanedbáváme) a vyráží na další svozovou jízdu. Festival trvá 12 hodin. Čtyři hodiny před koncem festivalu už se návštěvníci neregistrují ke svozu, a pokud už není koho svážet, tak končí i činnost autobusu.

Z22

Do databázového serveru přichází vstupní požadavky v intervalech $\exp(1s)$. Požadavky obsluhuje databázový proces A, případně i proces B. Doba vyřízení požadavku se řídí $\exp(0.5s)$. Nezávislý systémový proces S v cyklech: po dobu jedné minuty čítá počet dokončených obsluh na procesu A, a pak podle potřeb zapojuje do práce dočasně druhý proces B. Pokud za uplynulou minutu proces A obsloužil 70 a více vstupních požadavků, pak systémový proces S naplánuje aktivaci procesu B. Proces B obsluhuje požadavky po dobu jedné minuty, pak čeká na další naplánování procesem S. Proces B lze naplánovat, i když momentálně běží.

Z23

Na jahodové farmě pracuje 10 sběračů jahod a dva vařiči marmelády. Dále je v systému 5 strojů na vaření marmelády a jedna balící linka. Sběr jedné bedýnky a transport do varny sběrači zabere dobu $\exp(15\text{min})$. Vařič zahajuje proces vaření na stroji, když je k dispozici 5 potřebných bedýnek jahod (tj. 1 vaření = 5 bedýnek). Příprava vaření zabere 10-15 minut. Pak stroj bez potřeby obsluhy samostatně vaří 60-70 minut. Výsledkem vaření je 20 jednotek marmelády, kterou je třeba prioritně zabalit do sklenic. Pokud je nějaká uvařená

marmeláda, pak jeden z vaříčů nastartuje balící linku (zabere 10 minut) a lahvuje marmeládu, dokud existuje z libovolné varny nějaká nezabalená vyprodukovaná marmeláda. Lahvování jedné jednotky marmelády trvá 1-2 minuty.

Z24

Výrobní hala se skládá z montovny a lakovny. Obě linky mají výrobní kapacitu jedna. Do haly přichází požadavky na výrobu jednoho produktu v intervalech daných exponenciálním rozložením se středem 30 minut. Každý požadavek musí projít nejprve montovnou a pak lakovnou. Montování produktu trvá 10-15 minut. Montovaný meziprodukt vstupuje do fronty lakovny. Lakování trvá 15-20 minut. Pokud dosáhne délka fronty k lakování počtu 3 čekající meziprodukty, pak se montážní linka odstaví, případná rozpracovaná výroba se vyhodí a požadavek se vrací do fronty. Montovna se opět uvede do provozu až potom, co se zcela vyprázdní fronta Lakovny.