

Teoria współbieżności

Producenci i konsumenci bez zagłodzenia

Jan Gawroński

12.11.2025

1 Poprawny kod (4 warunki + zmieniona logiczna)

```
1 package agh.ics.concurrency.lab4;
2
3 import java.util.concurrent.locks.Condition;
4 import java.util.concurrent.locks.ReentrantLock;
5
6 public class CorrectRandomProduceConsume {
7     private int buffer = 0;
8     private final int bufferMax;
9     private final ReentrantLock lock = new ReentrantLock();
10    private final Condition firstProd = lock.newCondition();
11    private final Condition restProd = lock.newCondition();
12    private final Condition firstCons = lock.newCondition();
13    private final Condition restCons = lock.newCondition();
14
15    private boolean isFirstProducerWaiting = false;
16    private boolean isFirstConsumerWaiting = false;
17
18    public CorrectRandomProduceConsume(int bufferMax) {
19        this.bufferMax = bufferMax;
20    }
21
22    public void produce(int amount) {
23        lock.lock();
24        try {
25            while (isFirstProducerWaiting)
26                restProd.await();
27            isFirstProducerWaiting = true;
28            while (buffer + amount >= bufferMax)
29                firstProd.await();
30            buffer += amount;
31            isFirstProducerWaiting = false;
32            restProd.signal();
33            firstCons.signal();
34        } catch (InterruptedException e) {
35            e.printStackTrace();
36        }
37    }
38
39    public void consume(int amount) {
40        lock.lock();
41        try {
42            while (isFirstConsumerWaiting)
43                restCons.await();
44            isFirstConsumerWaiting = true;
45            while (buffer - amount < 0)
46                firstCons.await();
47            buffer -= amount;
48            isFirstConsumerWaiting = false;
49            restCons.signal();
50        } catch (InterruptedException e) {
51            e.printStackTrace();
52        }
53    }
54}
```

```
34     } catch (InterruptedException e) {
35         e.printStackTrace();
36     } finally {
37         lock.unlock();
38     }
39 }
40
41 public void consume(int amount) {
42     lock.lock();
43     try {
44         while (isFirstConsumerWaiting)
45             restCons.await();
46         isFirstConsumerWaiting = true;
47         while (buffer - amount < 0)
48             firstCons.await();
49         buffer -= amount;
50         isFirstConsumerWaiting = false;
51         restCons.signal();
52         firstProd.signal();
53     } catch (InterruptedException e) {
54         e.printStackTrace();
55     } finally {
56         lock.unlock();
57     }
58 }
59
60 public void print() {
61     System.out.println(this.buffer);
62 }
63
64 }
```

2 Zagłodzenie na 2 warunkach

77-76068	+6	56468	+75	31347	-	31086	-	48243	-	49479	-	48626	-	30043	-	49780	-	48698	-	51- 9137	
77-28518	+6	87252	+22	32261	+22	32280	-	9- 25849	+9- 25981	+9- 26944	+9- 31358	+9- 35646	+9- 36443	+9- 31252	-	3- 33861	-	3- 33883	-	3- 33883	
77-29393	+6	77999	+23	33176	+23	33116	-	9- 25749	+9- 25848	+9- 27768	+9- 31521	+9- 32761	+9- 31525	+9- 31521	-	3- 34827	-	3- 34028	-	3- 34028	
77-30138	+6	87593	+28	34894	+28	34848	-	9- 26474	+9- 26561	+9- 28563	+9- 33693	+9- 33693	+9- 33295	+9- 33295	-	3- 34971	-	3- 34973	-	3- 34969	
77-30853	+6	87868	+29	35612	+29	35567	-	9- 27071	+9- 28113	+9- 35486	+9- 34150	+9- 34150	+9- 34822	+9- 36681	+9- 36681	-	3- 37797	-	3- 37797	-	3- 37797
77-31769	+6	39368	+28	35942	+28	35878	-	9- 27988	+9- 27971	+9- 36113	+9- 35471	+9- 35471	+9- 35471	+9- 35471	-	3- 37884	-	3- 37883	-	3- 37883	
77-32587	+6	31062	+28	36686	+28	36799	-	9- 28615	+9- 28679	+9- 36917	+9- 36391	+9- 36391	+9- 35717	+9- 35717	-	3- 38744	-	3- 38745	-	3- 38745	
77-33382	+6	31815	+28	37772	+28	37714	-	9- 29333	+9- 29333	+9- 36645	+9- 36167	+9- 36167	+9- 35741	+9- 35741	-	3- 38774	-	3- 38775	-	3- 38775	
77-34187	+6	32592	+28	38773	+28	38714	-	9- 29945	+9- 29945	+9- 36686	+9- 36167	+9- 36167	+9- 35741	+9- 35741	-	3- 38775	-	3- 38775	-	3- 38775	
77-34902	+6	33362	+28	39556	+28	39558	-	9- 30598	+9- 30598	+9- 36750	+9- 36167	+9- 36167	+9- 35741	+9- 35741	-	3- 38775	-	3- 38775	-	3- 38775	
77-35702	+6	33362	+28	39615	+28	39558	-	9- 30598	+9- 30598	+9- 36750	+9- 36167	+9- 36167	+9- 35741	+9- 35741	-	3- 38775	-	3- 38775	-	3- 38775	
77-35845	+6	34124	+28	40536	+28	40472	-	9- 31476	+9- 31591	+9- 38897	+9- 38896	+9- 38896	+9- 35814	+9- 35814	-	3- 41975	-	3- 41975	-	3- 41975	
77-36645	+6	35653	+28	41275	+28	41222	-	9- 32499	+9- 32499	+9- 38898	+9- 38898	+9- 38898	+9- 35813	+9- 35813	-	3- 44166	-	3- 44166	-	3- 44166	
77-37491	+6	35653	+28	41275	+28	41222	-	9- 32499	+9- 32499	+9- 38898	+9- 38898	+9- 38898	+9- 35813	+9- 35813	-	3- 44166	-	3- 44166	-	3- 44166	
77-38378	+6	36425	+25	41395	+25	41241	-	9- 33619	+9- 33735	+9- 36335	+9- 32737	+9- 32737	+9- 41152	+9- 41152	-	3- 44448	-	3- 44448	-	3- 44448	
77-39187	+6	37199	+25	42114	+25	41454	-	9- 34339	+9- 34344	+9- 38744	+9- 38744	+9- 38744	+9- 42833	+9- 42833	-	3- 45357	-	3- 45357	-	3- 45357	
77-40002	+6	37913	+25	42836	+25	42782	-	9- 35140	+9- 35140	+9- 38788	+9- 38788	+9- 38788	+9- 43538	+9- 43538	-	3- 45358	-	3- 45358	-	3- 45358	
77-40717	+6	38745	+25	42668	+25	45986	-	9- 35788	+9- 35915	+9- 38853	+9- 35456	+9- 35456	+9- 43763	+9- 43763	-	3- 47245	-	3- 47245	-	3- 47245	
77-41514	+6	39495	+25	46981	+25	46983	-	9- 36529	+9- 36631	+9- 39423	+9- 36466	+9- 36466	+9- 45563	+9- 45563	-	3- 48198	-	3- 48198	-	3- 48198	
77-42314	+6	40268	+25	47842	+25	47740	-	9- 37348	+9- 37368	+9- 39423	+9- 36783	+9- 36783	+9- 47283	+9- 47283	-	3- 49189	-	3- 49189	-	3- 49189	
77-43141	+6	41042	+25	48616	+25	47941	-	9- 38162	+9- 38162	+9- 39423	+9- 36783	+9- 36783	+9- 47885	+9- 47885	-	3- 50872	-	3- 50872	-	3- 50872	
77-43959	+6	41819	+25	49736	+25	49668	-	9- 38685	+9- 38768	+9- 39428	+9- 36876	+9- 36876	+9- 48174	+9- 48174	-	3- 51021	-	3- 51021	-	3- 51021	
77-44779	+6	42589	+25	50683	+25	50683	-	9- 39462	+9- 40258	+9- 39462	+9- 36876	+9- 36876	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-45562	+6	43447	+25	51447	+25	51447	-	9- 40258	+9- 40258	+9- 39462	+9- 36876	+9- 36876	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-46323	+6	44217	+25	52428	+25	49829	-	9- 40861	+9- 40871	+9- 39462	+9- 36876	+9- 36876	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-47233	+6	44913	+25	53422	+25	53434	-	9- 41516	+9- 41516	+9- 39463	+9- 36876	+9- 36876	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-48087	+6	45604	+25	54236	+25	54266	-	9- 42269	+9- 42269	+9- 39464	+9- 36876	+9- 36876	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-48862	+6	46482	+25	55036	+25	55036	-	9- 43000	+9- 43000	+9- 39465	+9- 36876	+9- 36876	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-49658	+6	47238	+25	56170	+25	56187	-	9- 43856	+9- 43856	+9- 43856	+9- 41753	+9- 41753	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-50467	+6	47987	+25	57887	+25	57826	-	9- 44385	+9- 44385	+9- 44385	+9- 42797	+9- 42797	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-51274	+6	50511	+25	59511	+25	59511	-	9- 45281	+9- 45281	+9- 45281	+9- 43763	+9- 43763	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-52051	+6	51315	+25	59814	+25	58869	-	9- 45827	+9- 45827	+9- 45827	+9- 43763	+9- 43763	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-52899	+6	51042	+25	59830	+25	59791	-	9- 46533	+9- 46681	+9- 46681	+9- 45252	+9- 45252	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-53693	+6	51884	+25	60746	+25	60789	-	9- 47262	+9- 47262	+9- 47262	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-54562	+6	52653	+25	61548	+25	61548	-	9- 48074	+9- 48074	+9- 48074	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-55332	+6	52658	+25	62058	+25	62045	-	9- 48694	+9- 48697	+9- 48697	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-56151	+6	53415	+25	63508	+25	63457	-	9- 49408	+9- 49552	+9- 49552	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-56952	+6	54195	+25	64216	+25	64216	-	9- 50124	+9- 50124	+9- 50124	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-57767	+6	55816	+25	65016	+25	65016	-	9- 50873	+9- 50873	+9- 50873	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-58589	+6	55816	+25	66259	+25	66209	-	9- 51574	+9- 51679	+9- 51679	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-59399	+6	56517	+25	67175	+25	67124	-	9- 52271	+9- 52271	+9- 52271	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-60251	+6	57315	+25	68025	+25	67913	-	9- 53175	+9- 53178	+9- 53178	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-61053	+6	58087	+25	68993	+25	54421	-	9- 54421	+9- 54482	+9- 54482	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-62660	+6	59621	+25	70864	+25	70889	-	9- 55144	+9- 55223	+9- 55223	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-63479	+6	60421	+25	72640	+25	72640	-	9- 56149	+9- 56149	+9- 56149	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-64289	+6	61191	+25	72702	+25	72648	-	9- 56549	+9- 61130	+9- 71356	+9- 61645	+9- 61645	+9- 45485	+9- 45485	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-65181	+6	61973	+25	73623	+25	73565	-	9- 57738	+9- 61901	+9- 72448	+9- 61901	+9- 72448	+9- 45487	+9- 45487	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-66002	+6	62753	+25	74381	+25	74378	-	9- 58598	+9- 58598	+9- 58598	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-66710	+6	63510	+25	75405	+25	75405	-	9- 59346	+9- 59346	+9- 59346	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-67428	+6	64288	+25	76387	+25	76327	-	9- 59401	+9- 59536	+9- 59536	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-68311	+6	65039	+25	77387	+25	77249	-	9- 60122	+9- 60122	+9- 60122	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-69131	+6	65892	+25	78245	+25	78245	-	9- 60955	+9- 60955	+9- 60955	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-70043	+6	66594	+25	79243	+25	79243	-	9- 61553	+9- 61553	+9- 61553	+9- 45111	+9- 45111	+9- 50815	+9- 50815	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-70761	+6	67395	+25	80066	+25	80018	-	9- 62255	+9- 62442	+9- 67035	+9- 70195	+9- 70195	+9- 45112	+9- 45112	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-71588	+6	68182	+25	80933	+25	63181	-	9- 63191	+9- 68078	+9- 88017	+9- 77549	+9- 77549	+9- 45112	+9- 45112	-	3- 51971	-	3- 51971	-	3- 51971	
77-72402	+6	68912	+25	81726	+25	72276	-	9- 64449</td													

Jak do tego dochodzi:

bufferMax = 10

1. Bufer jest pełny.
 2. Wchodzi P1, który chce wyprodukować 4 i wiesza się na notFull.
 3. Wchodzi P2, który chce wyprodukować 1 i wiesza się na notFull.
 4. Wchodzi K1, konsumuje 2 i budzi P1.
 5. P1 budzi się i wiesza się na notFull.
 6. Wchodzi K1, konsumuje 2 i budzi P1.
 7. P1 budzi się i produkuje 4.
 8. Wchodzi P1, który chce wyprodukować 4 i wiesza się na notFull.

Taka sytuacja może się powtarzać w kółko, prowadząc do zagłodzenia P2.

3 Zakleszczenie i zagłodzenie na 4 warunkach z hasWaiters()

bufferMax = 10

1. K1, który chce skonsumować 3 zawiesza się na firstCons

2. P1 produkuje 1 i wywołuje firstCons budząc K1
3. K2, który chce skonsumować 3 wiesza się na firstCons (Tutaj dochodzi do za-głodzenia, ponieważ K1 może już nigdy nie zostać wybudzony)
4. P1 produkuje 1 i wywołuje firstCons budząc K2
5. K3, który chce skonsumować 3 wiesza się na firstCons
6. K1 wiesza się na firstCons
7. K2 wiesza się na firstCons
8. K4, który chce skonsumować 1 wiesza się na restCons
9. P2 produkuje 5 i wywołuje firstCons budząc K2
10. K2 konsumuje 3 i wywołuje restCons budząc K4
11. K4 wiesza się na restCons
12. P2 produkuje 5 i wywołuje firstCons budząc K3
13. K3 konsumuje 3 i wywołuje restCons budząc K4
14. K4 wiesza się na restCons
15. P1 wiesza się na firstProd
16. P2 - Pp wieszają się na restProd
17. K2 wiesza się na restCons
18. K3 wiesza się na restCons