

# **OPTIMIZACIJA KOMISIONIRANJA**

# Vsebina predavanj

- Komisionirna gostota
- Kako zvišati komisionirno gostoto?
- Kako skrajšati čas potovanj v komisionirni coni?
- Ureditev skladišča za komisioniranje kartonov iz palet.
- Ureditev skladišča za komisioniranje posameznih kosov iz kartonov.

## Komisionirna gostota [pick density]

$$\textit{komisionirna gostota} = \frac{\textit{število pobiranja}}{\textit{enota površine komisionirne cone (m)}}$$

Višja kot je komisionirna gostota, krajšo pot opravi komisionar.

Komisionirna gostota je lahko višja, če je višja **SKU gostota**.

## SKU gostota [SKU density)

$$SKU \text{ gostota} = \frac{\text{število SKU}}{\text{enota skladiščne površine (m)}}$$

SKU gostota meri število SKU na enoti skladiščnega prostora (meter) komisionirne cone.

# SKU gostota v primeru skladiščenja palet na prvem nivoju

Primer:

*dolžina skladiščnega prostora = 12 m*

*število SKU = 12*

$$SKU \text{ gostota} = \frac{12}{12} = 1$$



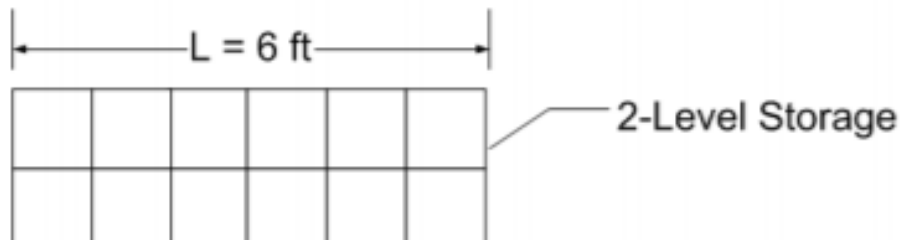
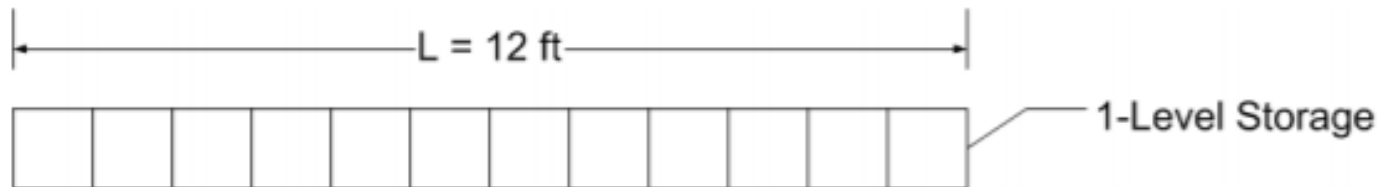
# SKU gostota v primeru skladiščenja palet v regal (dva nivoja)

Primer:

*dolžina regala = 6 m*

*število SKU = 12*

$$SKU \text{ gostota} = \frac{12}{6} = 2$$



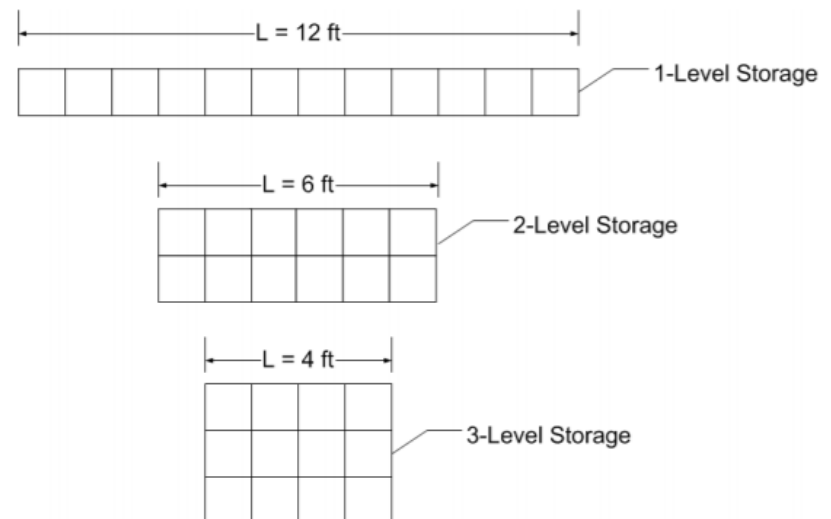
# SKU gostota v primeru skladiščenja palet v regal (trije nivoji)

Primer:

*dolžina regala = 4 m*

*število SKU = 12*

$$SKU \text{ gostota} = \frac{12}{4} = 3$$



## SKU gostota v primeru skladiščenja zabojev v regal

Primer:

*dolžina regala = 12 m*

*število SKU = 360 zabojev*

$$SKU \text{ gostota} = \frac{360}{12} = 30$$

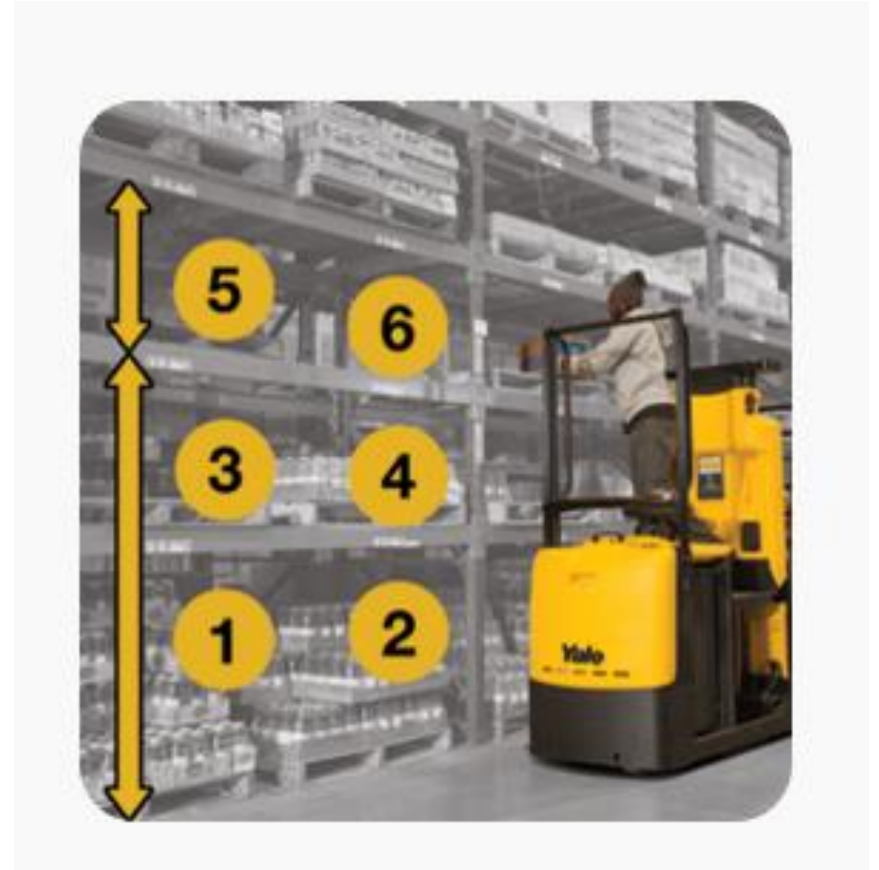
Višja kot je SKU gostota, več enot je skladiščenih na eni dolžinski enoti in večja je možnost krajših poti komisionarja.

# Kako izboljšati komisionirno gostoto?

- 1.** Manjša komisionirna površina, v njej pa pravo blago v pravi količini.

# Kako izboljšati komisionirno gostoto?

2. Načrtovanje novih komisionirnih oken, znotraj obstoječega komisionirnega okna.





# Kako izboljšati komisionirno gostoto?

**3.** Komisionirno gostoto se lahko izboljša s skladiščenjem v višino, vendar vertikalno komisioniranje vzame več časa od horizontalnega komisioniranja, je manj varno ter zahteva precejšen vložek v manipulativna sredstva.

## Kako skrajšati čas potovanja v ločeni komisionirni coni?

V ločeni komisionirni coni, ki je navadno locirana najbližje izhodu, da so stroški in čas izvedbe transporta najnižji, TER se običajno razprostira na majhni prostornini skladišča, da se doseže krajši čas potovanja in čim hitrejši cikel izvedbe naročil, se izdelki skladiščijo **namensko** in ne naključno.

Izgube na račun hitrosti komisioniranja so na tako majhni prostornini zanemarljive v primerjavi s skladiščenjem v ločeni komisionirno-rezervni coni.

## **Kako skrajšati čas potovanja v skupni rezervno-komisionirni komisionirni coni?**

V obeh navedenih primerih se običajno uporablja **naključno skladiščenje**, ki sicer omogoča višjo izkoriščenost skladiščnih lokacij kot namensko skladiščenje, vendar tudi višje transportne stroške, v kolikor SKU niso nameščene na optimalne skladiščne lokacije – POPULARNO BLAGO na UGODNE LOKACIJE in MANJ POPULARNO BLAGO na MANJ UGODNE LOKACIJE.

# Kako skrajšati čas potovanja v skupni rezervno-komisionirni komisijirni coni?

1. Najbolj popularne SKU skladiščimo na najbolj ugodne skladiščne lokacije.

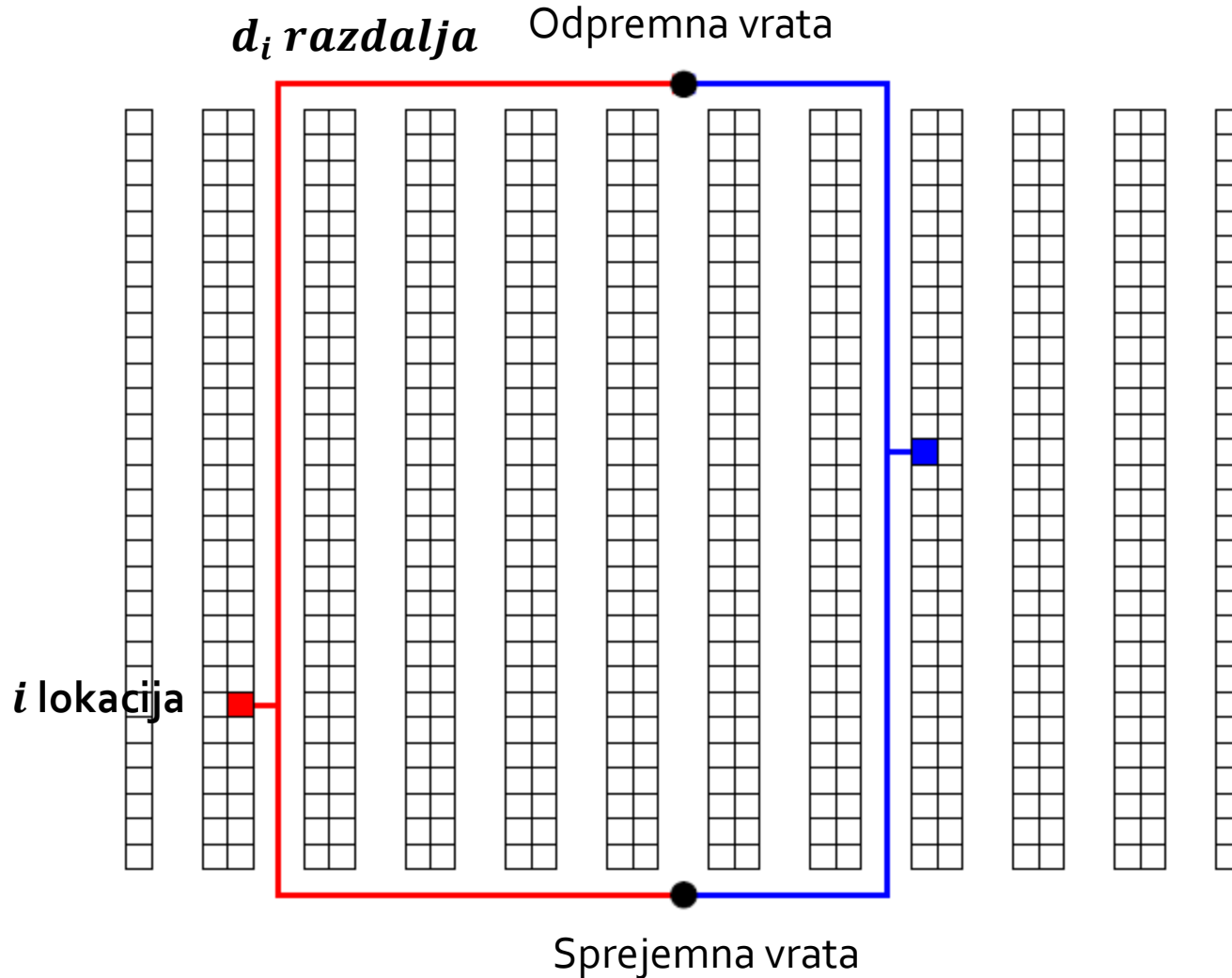
$$\min \sum_i d_i * f_i$$

- razdalja od sprejemne točke do prevzema ter od prevzema do odpreme točke je  $d_i$ ;
- frekvenco obiskov skladiščne lokacije je  $f_i$ .

# Ugodne skladiščne lokacije (SLOT)

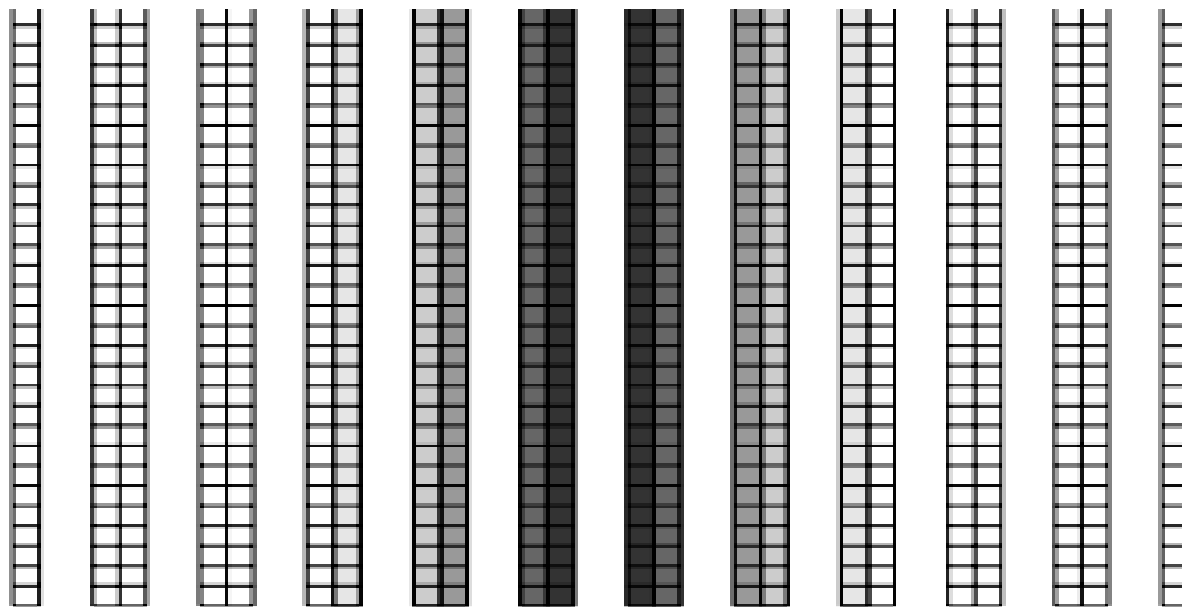
Najbolj ugodne skladiščne lokacije so tiste skladiščne lokacije, ki imajo najkrajšo razdaljo od sprejemne točke do prevzema ter od prevzema do odpremne točke  $d_i$ .

# Modra lokacija je bolj ugodna



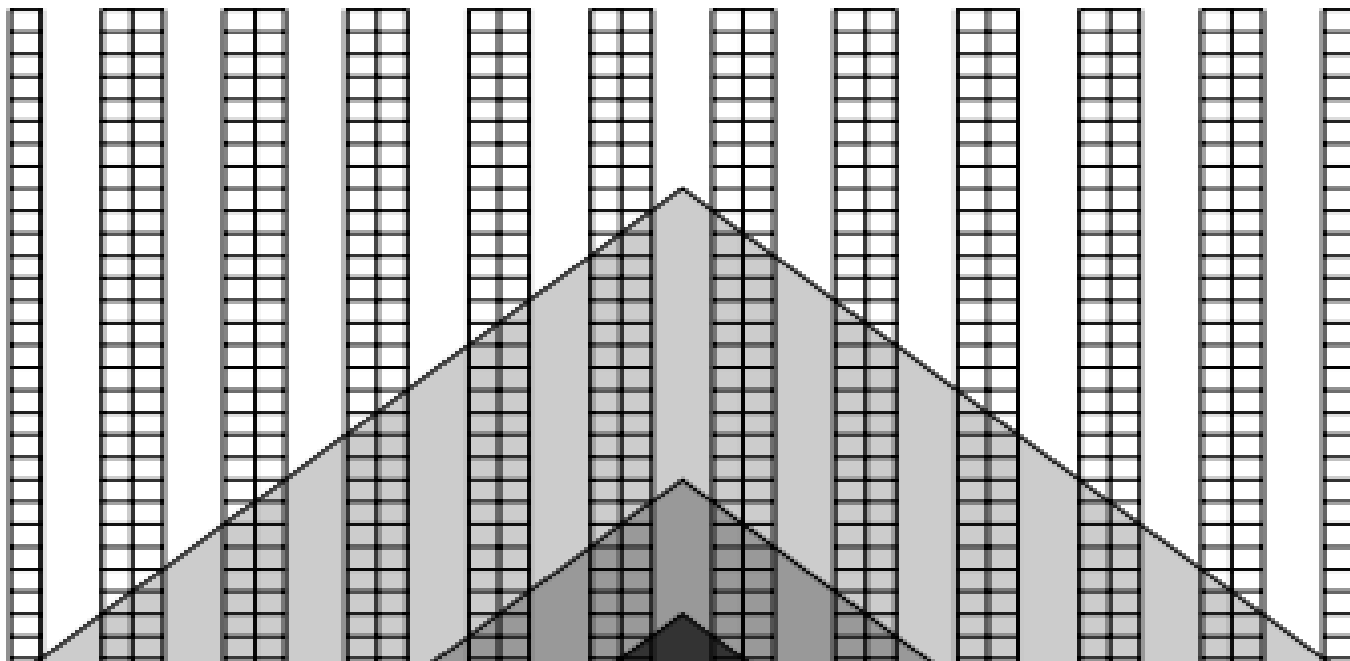
# Ugodne lokacije v primeru „flow through“ pretoka

Odprema



Sprejem

# Ugodne lokacije v primeru U pretoka materiala



Sprejem in odprema

# Popularni SKU

Najbolj popularni SKU so pa tisti SKU, ki imajo največjo frekvenco obiskov skladiščne lokacije  $f_i$ .

# STRATEGIJE DODELITVE SKLADIŠČNE LOKACIJE BLAGU V KOMISIONIRNI CONI:

Ločimo dve tovrstni strategiji polnjenja komisionirne cone:

1. Glede na frekvenco obrata zalog SKU (frequency based strategy).
2. Glede na indeks volumna naročila (Cube per order index COI).

# Frekvencia obrata

$$f_i = \frac{\text{število vseh komisioniranih izdelkov v enoti časa}}{\text{št}_{\text{SLOT}} * \text{povprečno št. } i_{\text{SLOT}}}$$

- št. vseh komisioniranih izdelkov  $i$  v enoti časa
- $\text{št}_{\text{SLOT}}$  = število skladiščnih lokacij za izdelek  $i$
- povprečno št.  $i_{\text{SLOT}}$  = povprečno število enot izdelka  $i$  v  $\text{SLOT}$

$\text{št}_{\text{SL}} * \text{povprečno št. } i_{\text{SL}}$  = povprečno število enot izdelka  $i$  v komisionirni  
coni

Skladiščne lokacije razporedimo od tiste z najkrajšo razdaljo do tiste z najdaljšo razdaljo. SKU pa od tiste z najvišjo frekvenco k tisti z najnižjo frekvenco.

Dodelimo najbolj ugodno skladiščno lokacijo tistemu SKU, ki ima najvišjo frekvenco obiska.

Naslednjo najbolj ugodno skladiščno lokacijo se dodeli tistemu SKU, ki ima drugo najvišjo frekvenco obiska.

Postopek se nadaljuje, dokler se ne dodeli skladiščnih lokacij vsem izdelkom v skladišču.

**Excell naloga (skladiščenje najbolj popularnih SKU glede na gostoto pretoka):**

# Dodeljevanje lokacije izdelkom glede na obrat zalog

SLOT ID	Razdalja (di) [m]	ID SKU	Vrsta SKU	fj
174	1	1	telefoni	96
175	1	2	zvočniki	96
165	2	3	telefoni	88
171	2	4	zvočniki	87
172	2	5	telefoni	85
173	2	6	knjige	85
154	3	7	slike	85
155	3	8	zvočniki	85
162	3	9	svetila	85
163	3	10	slike	85
164	3	11	svetila	84
143	4	12	svetila	75
144	4	13	svetila	71
145	4	14	svetila	69
151	4	15	zvočniki	68
152	4	16	knjige	66
153	4	17	telefoni	66
131	5	18	slike	65
132	5	19	telefoni	65
133	5	20	svetila	65
134	5	21	zvočniki	65
135	5	22	svetila	65
141	5	23	svetila	65
142	5	24	slike	65
122	6	25	telefoni	61
123	6	26	telefoni	58
124	6	27	telefoni	58
125	6	28	knjige	58
114	7	29	svetila	56
115	7	30	svetila	55
121	7	31	svetila	55
112	8	32	slike	52
113	8	33	knjige	52
111	9	34	knjige	52

# Prevožena pot komisionarja\_posamično komisioniranje

1. Najbolj popularne SKU skladiščimo na najbolj ugodne skladiščne lokacije.

$$\min \sum_i d_i * f_i$$

- razdalja od sprejemne točke do prevzema ter od prevzema do odpremne točke je  $d_i$ ;
- frekvenco obiskov skladiščne lokacije je  $f_i$ .

SLOT ID	Razdalja (di) [m]	ID SKU	Vrsta SKU	fj	ni (SKU)	di*ni [m]
111	9	1	telefoni	96	100	900
112	8	2	zvočniki	96	96	768
113	8	3	telefoni	88	97	776
114	7	4	zvočniki	87	88	616
115	7	5	telefoni	85	85	595
121	7	6	knjige	85	85	595
122	6	7	slike	85	85	510
123	6	8	zvočniki	85	85	510
124	6	9	svetila	85	85	510
125	6	10	slike	85	85	510
131	5	11	svetila	84	84	420
132	5	12	svetila	75	75	375
133	5	13	svetila	71	75	375
134	5	14	svetila	69	71	355
135	5	15	zvočniki	68	68	340
141	5	16	knjige	66	66	330
142	5	17	telefoni	66	66	330
143	4	18	slike	65	65	260
144	4	19	telefoni	65	65	260
145	4	20	svetila	65	65	260
151	4	21	zvočniki	65	65	260
152	4	22	svetila	65	65	260
153	4	23	svetila	65	65	260
154	3	24	slike	65	61	183
155	3	25	telefoni	61	58	174
162	3	26	telefoni	58	58	174
163	3	27	telefoni	58	58	174
164	3	28	knjige	58	56	168
165	2	29	svetila	56	55	110
171	2	30	svetila	55	55	110
172	2	31	svetila	55	52	104
173	2	32	slike	52	52	104
174	1	33	knjige	52	52	52
175	1	34	knjige	52	50	50
						11778
						m

# Čas cikla pobiranja izdelka (posamično komisioniranje)

$$t_{\text{cikla}} = \frac{d_i}{v} + t_N + t_R$$

- $d_i$  = razdalja (od baze do SLOT-a in nazaj ALI od baze do prevzema ter naprej odpreme (če odprema in prevzem nista na isti strani))
- $v$  = povprečna hitrost potovanja (m/s)
- $t_N$  = čas nakladanja
- $t_R$  = čas razkladanja

SLOT ID	Razdalja (di) [m]	ID SKU	Vrsta SKU	fj	ni (SKU)	di*ni [m]	(di/v)+tn+tr; v=1m/s, tn=tr=30 s čas cikla pobiranja SKU
111	9	1	telefoni	96	100	900	54900
112	8	2	zvočniki	96	96	768	46848
113	8	3	telefoni	88	97	776	47336
114	7	4	zvočniki	87	88	616	37576
115	7	5	telefoni	85	85	595	36295
121	7	6	knjige	85	85	595	36295
122	6	7	slike	85	85	510	31110
123	6	8	zvočniki	85	85	510	31110
124	6	9	svetila	85	85	510	31110
125	6	10	slike	85	85	510	31110
131	5	11	svetila	84	84	420	25620
132	5	12	svetila	75	75	375	22875
133	5	13	svetila	71	75	375	22875
134	5	14	svetila	69	71	355	21655
135	5	15	zvočniki	68	68	340	20740
141	5	16	knjige	66	66	330	20130
142	5	17	telefoni	66	66	330	20130
143	4	18	slike	65	65	260	15860
144	4	19	telefoni	65	65	260	15860
145	4	20	svetila	65	65	260	15860
151	4	21	zvočniki	65	65	260	15860
152	4	22	svetila	65	65	260	15860
153	4	23	svetila	65	65	260	15860
154	3	24	slike	65	61	183	11163
155	3	25	telefoni	61	58	174	10614
162	3	26	telefoni	58	58	174	10614
163	3	27	telefoni	58	58	174	10614
164	3	28	knjige	58	56	168	10248
165	2	29	svetila	56	55	110	6710
171	2	30	svetila	55	55	110	6710
172	2	31	svetila	55	52	104	6344
173	2	32	slike	52	52	104	6344
174	1	33	knjige	52	52	52	3172
175	1	34	knjige	52	50	50	3050
						11778	718458
						m	s
							11974,3
							min
							199,5716667
							h
						Razlika:	31,57166667

# Index volumna naročila (COI)

$$\text{COI} = \frac{\text{volumen, ki ga zavzema povprečna zaloga v skladišču}}{f_i}$$

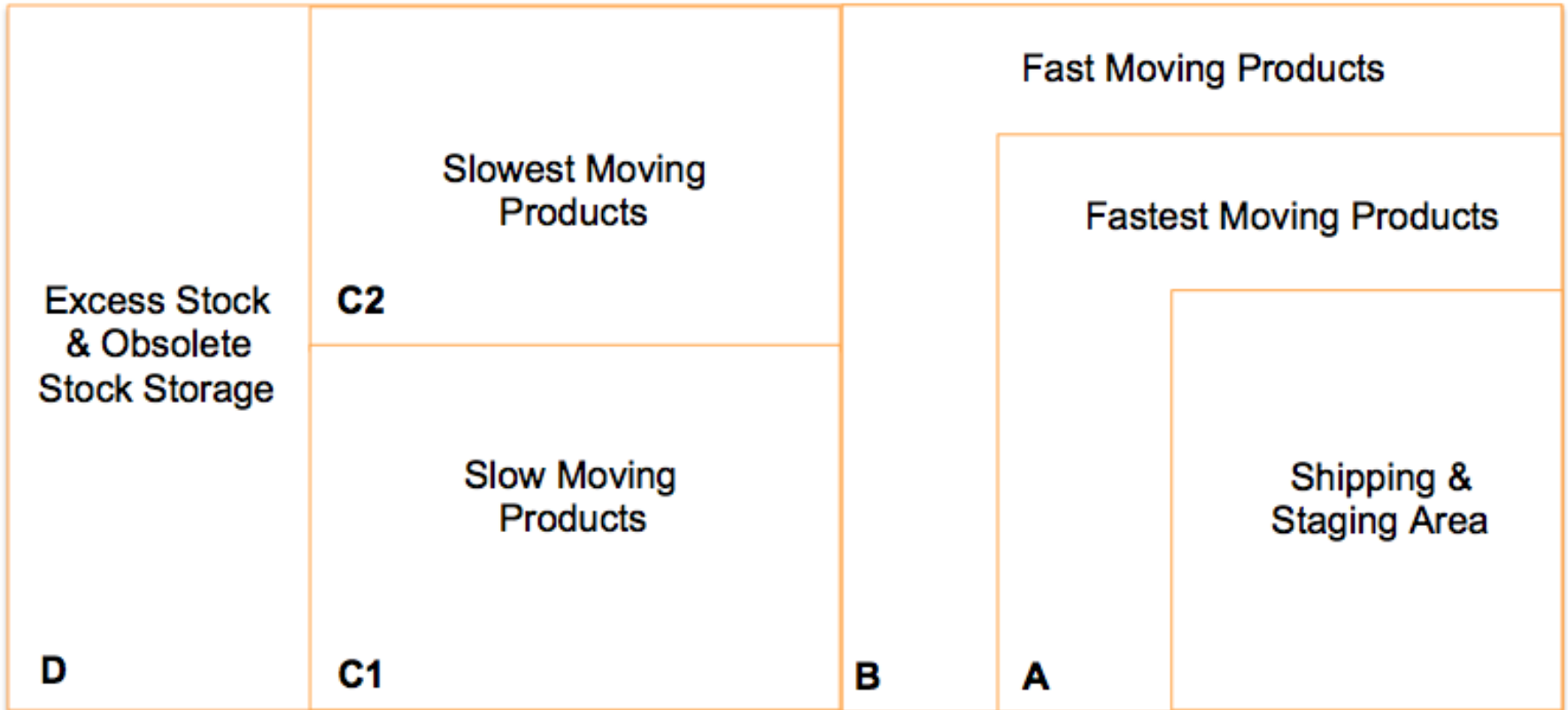
- $f_i$  - število obiskov
- $\text{volumen}_{\text{SLOT}}$  = povprečen volumen, ki ga zavzema ta skupina izdelkov na regalu

**Excel naloga (skladiščenje najbolj popularnih SKU glede na COI):**

fj	msj/povprečno zalogo v komisionirni coni	COI	SLOT ID	Razdalja (di) [m]
68	2	0,02	174	1
65	2	0,02	175	1
52	2	0,02	165	2
65	3	0,03	171	2
58	3	0,03	172	2
52	3	0,03	173	2
69	4	0,04	154	3
65	4	0,04	155	3
58	4	0,04	162	3
88	5	0,05	163	3
85	6	0,06	164	3
85	7	0,07	143	4
71	7	0,07	144	4
65	7	0,07	145	4
56	7	0,07	151	4
96	8	0,08	152	4
84	8	0,08	153	4
65	8	0,08	131	5
58	8	0,08	132	5
85	9	0,09	133	5
55	9	0,09	134	5
96	10	0,10	135	5
87	10	0,10	141	5
65	10	0,10	142	5
61	10	0,10	122	6
52	10	0,10	123	6
85	11	0,11	124	6
66	11	0,11	125	6
55	11	0,11	114	7
75	12	0,13	115	7
65	12	0,13	121	7
85	13	0,14	112	8
85	15	0,16	113	8
66	17	0,18	111	9

# Kako skrajšati čas potovanja v komisionirni coni?

2. Najbolj popularne SKU skladiščimo v skupinah, na najbolj ugodne skladiščne lokacije (razporejanje izdelkov v skupinah).



Skupine izdelkov se skladiščijo skupaj, namensko, izdelki znotraj skupine pa naključno (random).

Skladiščni prostor z lokacijami razdelimo v skupine in tudi izdelke razdelimo v skupine.

Skladiščne lokacije razdelimo v skupine glede na oddaljenost od sprejemno/izdajne točke.

Skupine izdelkov pa glede na pogostost dostopanja do izdelkov.

Skupine izdelkov se lahko tvorijo glede na:

- pogostost naročanja (A, B, C).
- sorodnost izdelkov (prehrambeni izdelki skupaj, pijača skupaj..).
- dobavitelje.

# Kako velike naj bodo skupine?

Eden izmed klasičnih načinov je določanje izdelkov po Pareto analizi. Po njej naj bi bili izdelki razdeljeni v 3 skupine: A-B-C.

V skupini A so izdelki, do katerih se najpogosteje dostopa. Vanjo sodi 20 % izdelkov.

Izdelke se lahko razdeli tudi v več ali manj kot tri skupine. Posledično tudi % variirajo.

**Excell naloga (računanje relativne kumulativne frekvence, delitev v skupine A-B-C glede na pogostost dostopanja do blaga):**

ID SKU	Artikel	frekvenc obiskov sklad	Kumulativna frekvenc (Fj=fj-1+fj)	Relativna kumulativna frekvenc (Fj/N)*100 (%)	
1	telefoni 1	100	100	2,52	
2	zvočniki 1	96	196	4,93	
3	telefoni 2	96	292	7,35	
4	cd	88	380	9,57	skupina A
5	telefoni 3	85	465	11,71	
6	knjige 1	85	550	13,85	
7	slike 1	85	635	15,99	
8	zvočniki 2	85	720	18,13	
9	svetila	85	805	20,27	
10	slike 2	85	890	22,41	
11	svetila 1	84	974	24,52	
12	svetila 2	75	1049	26,41	
13	svetila 3	75	1124	28,30	
14	svetila 4	71	1195	30,09	
15	zvočniki	68	1263	31,80	
16	knjige 2	66	1329	33,46	skupina B
17	telefoni 4	66	1395	35,12	
18	slike 3	65	1460	36,76	
19	telefoni 5	65	1525	38,39	
20	svetila	65	1590	40,03	
21	zvočniki	65	1655	41,67	
22	svetila	65	1720	43,30	
23	svetila	65	1785	44,94	
24	slike 4	61	1846	46,48	
25	telefoni 6	58	1904	47,94	
26	telefoni 7	58	1962	49,40	
27	telefoni 8	58	2020	50,86	
28	knjige 3	56	2076	52,27	
29	svetila	55	2131	53,65	
30	svetila	55	2186	55,04	
31	svetila	52	2238	56,34	
32	slike 5	52	2290	57,65	
33	knjige 4	52	2342	58,96	
34	knjige 5	50	2392	60,22	
35	knjige 6	47	2439	61,40	
36	svetila	47	2486	62,59	
37	slike 6	47	2533	63,77	
38	knjige 7	45	2578	64,90	
39	zvočniki	45	2623	66,04	
40	zvočniki	45	2668	67,17	
41	zvočniki	45	2713	68,30	
42	svetila	44	2757	69,41	
43	telefoni 9	44	2801	70,52	
44	svetila	41	2842	71,55	
45	telefoni 10	36	2878	72,46	skupina C

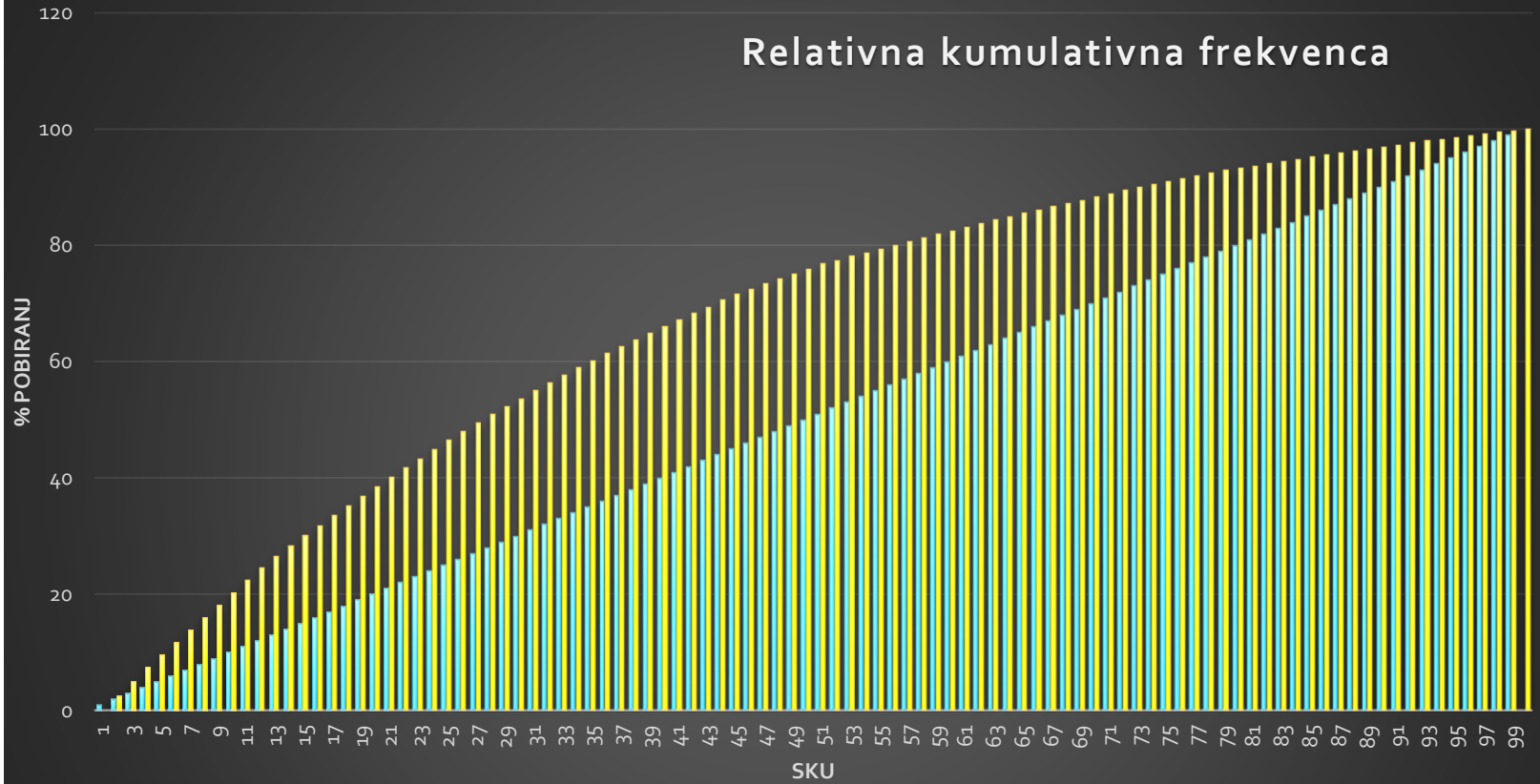
a-b-c SKUPINA

SKU

SLOT



# Relativna kumulativna frekvenca



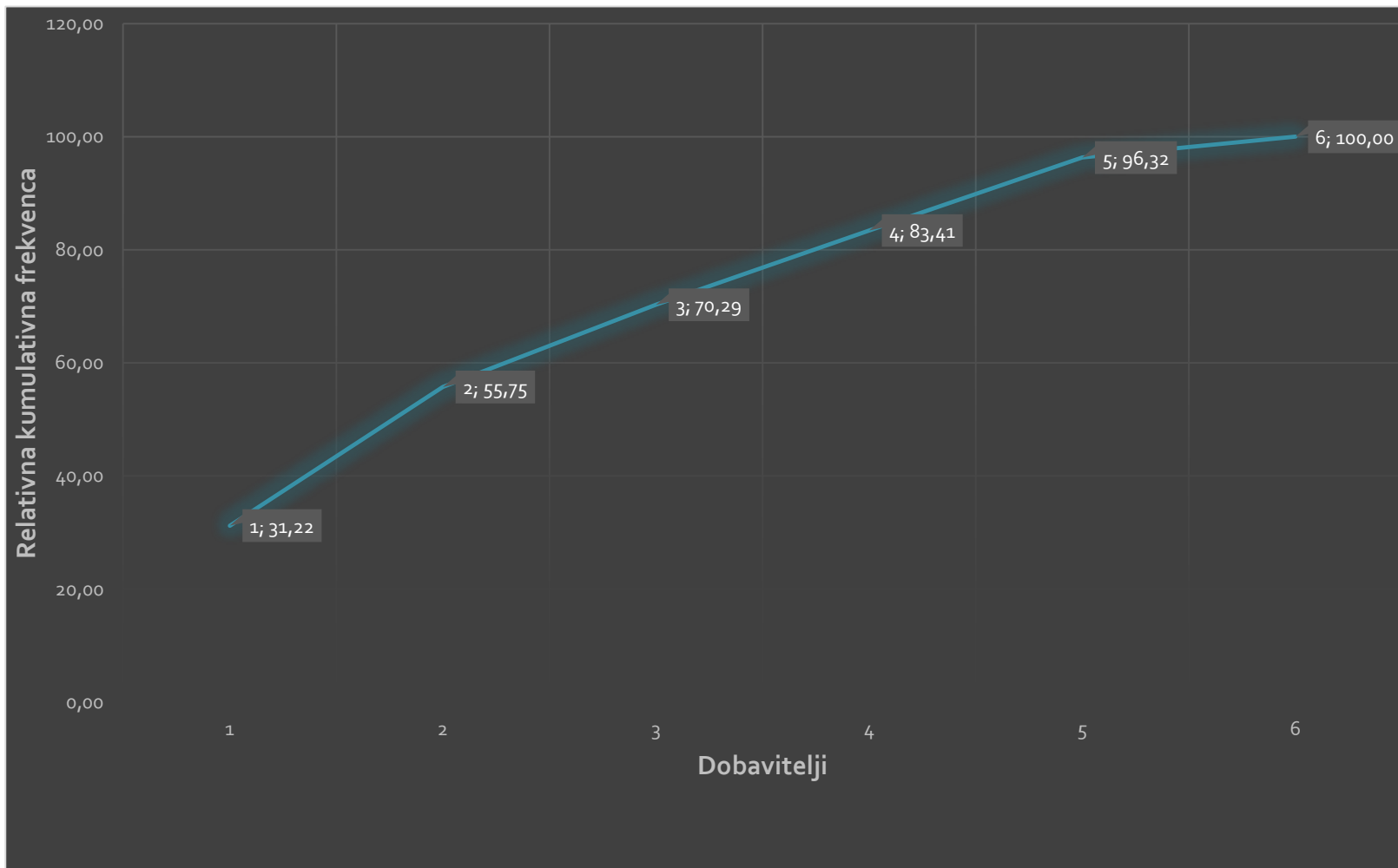
**Excell naloga (računanje relativne kumulativne frekvence, delitev v skupine glede na dobavitelje):**

Dobavitelje rangiramo glede na frekvenco dostopanja do SKU, od dobavitelja z najvišjo do dobavitelja z najnižjo frekvenco

SKU	dobavitelj	izdelek	fj (SKU)		
6	D4	knjige	85	309	
16		knjige	66		
28		knjige	56		
33		knjige	52		
34		knjige	50		skupna vsota
7	D5	slike	85		
10		slike	85		
18		slike	65		
24		slike	61		
32		slike	52	348	skupna vsota
9	D6	svetila	85		
11		svetila	84		
12		svetila	75		
13		svetila	75		
14		svetila	71		
20		svetila	65		
22		svetila	65		
23		svetila	65		
29		svetila	55		
30		svetila	55		
31		svetila	52	747	skupna vsota
1	D1	telefoni	100		
3		telefoni	97		
5		telefoni	85		
17		telefoni	66		
19		telefoni	65		
25		telefoni	58		
26		telefoni	58		
27		telefoni	58	587	skupna vsota
2	D2	zvočniki	96		
8		zvočniki	85		
15		zvočniki	68		
21		zvočniki	65		
4	D3	cd	88	88	
			402		

Izračunamo relativno kumulativno frekvenco in dobavitelje razdelimo v skupine razredov.

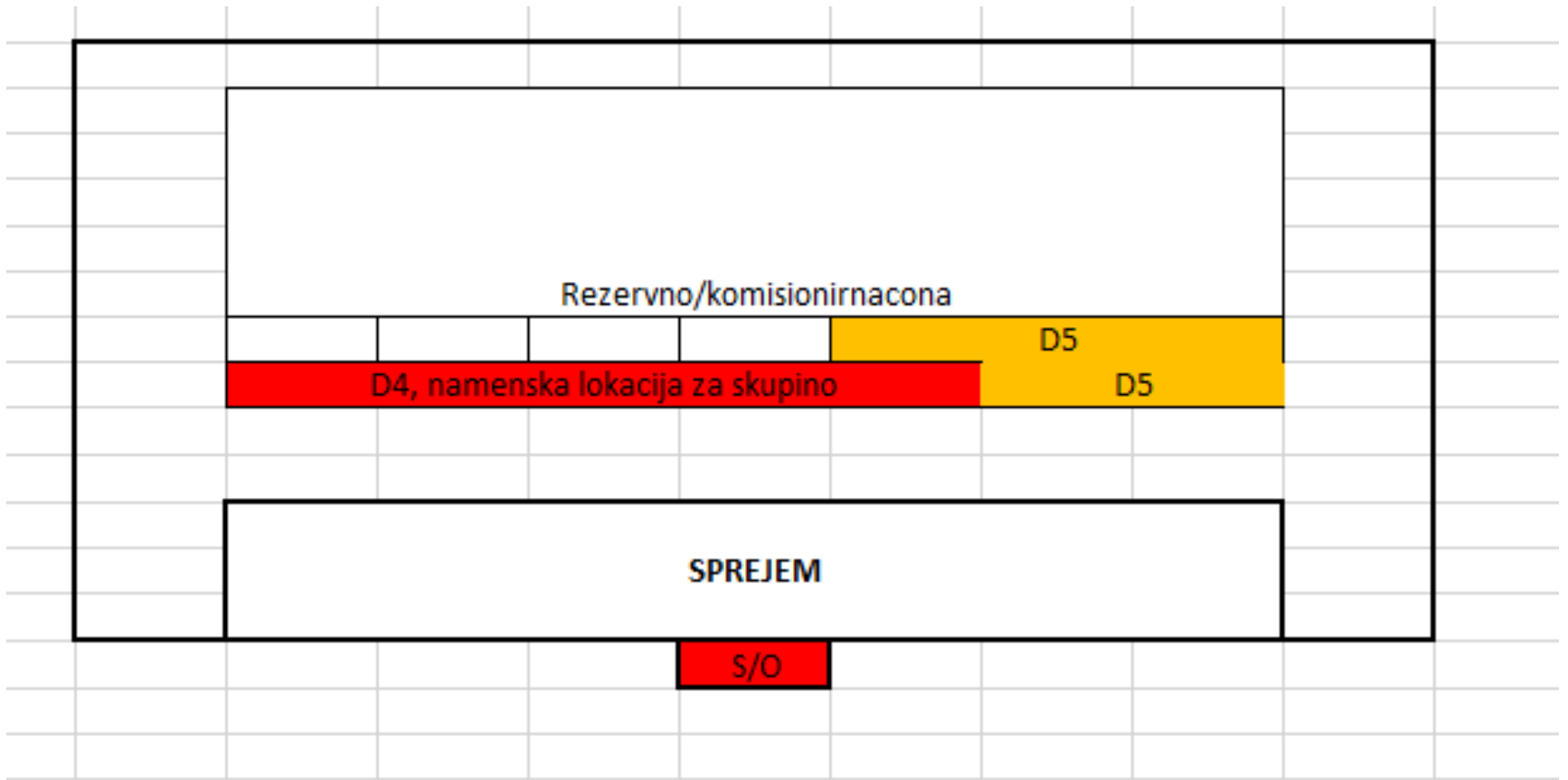
		$F_j = (F_{j-1}) + f_j$	$(F_j/N) * 100$	
D6	747	747	31,22	skupina A
D1	587	1334	55,75	skupina B
D5	348	1682	70,29	skupina C
D2	314	1996	83,41	
D4	309	2305	96,32	
D3	88	2393	100,00	
Dobavitelj		kumulativne frekvence (Fj)	relativna kumulativna frekvenca	



Dobaviteljem iz skupine A dodelimo najbolj ugodne lokacije, skupini C manj ugodne itd.

SLOT	di (m)	dobavitelj	fj (SKU)
111	4,4	D4	85
112	4,4		66
121	5		56
113	5		52
115	5		50
114	5	D5	85
122	6,2		85
125	6,2		65
124	6,2		61
123	6,2		52
141	7	D6	85
143	7		84
131	7		75
132	7		75
133	7		71
134	7		65
142	7		65
135	7		65
144	8		55
154	8,2		55
145	8,2	D6	52
152	8,2	D1	100
153	8,2		97
155	8,2		85
162	8,2		66
151	8,2		65
164	9		58
165	9		58
171	9	D1	58

# Prikaz razporeditve v skladišču.



Če določeni dobavitelji plasirajo izredno veliko število naročil (kot prikazuje prejšnji primer) , ki zahtevajo veliko število manipulacij, potem je smiselno za tovrstne dobavitelje kreirati ločeno komisionirno cono znotraj skladišča. Tovrstni način organizacije skladiščenja se imenuje skladišče v skladišču (**warehouse within the warehouse**).



# **Prednosti filozofije „skladišča v skladišču“**

Manjša komisionirna površina prinaša sledeče prednosti:

- Višjo produktivnost.
- Krajši čas obdelave naročila → Krajši odzivni čas.
- Večja točnost komisioniranja kot v veliki komisionirni coni.

# Kako izboljšati komisionirno gostoto

## 5. Združevanje naročil (batch orders).

Zahteva dodatno sortiranje med komisioniranjem ali na koncu.

V prvem primeru se upočasnjuje komisionarja, ker mora sproti sortirati v različne tovarne enot. Obenem obstaja možnost napačnega sortiranja.

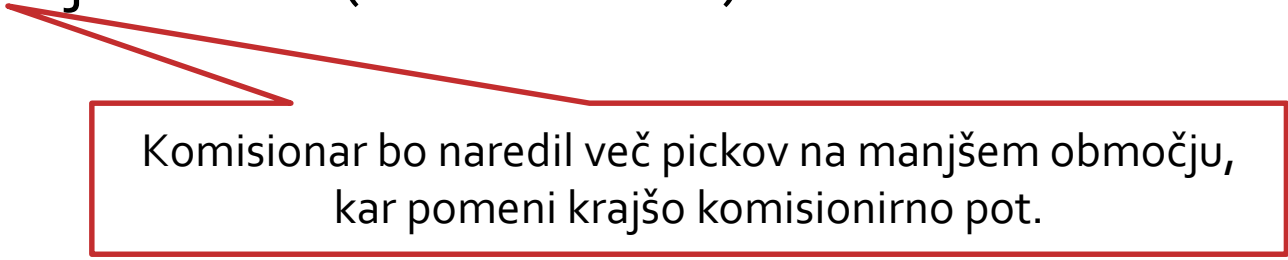
V drugem primeru je potrebna dodatna delovna sila in dodaten prostor.

# Kako izboljšati komisionirno gostoto

6. Združevanje naročil (batch orders) z eno komisionirno vrstico.

# Kako izboljšati komisionirno gostoto

## 7. Združevanje naročil (batch orders).



Komisionar bo naredil več pickov na manjšem območju, kar pomeni krajšo komisionirno pot.

# Kako izboljšati komisionirno gostoto

8. Postavitev fast-pick cone z ustreznimi SKU.