

אוניברסיטת בר-אילן המחלקה לניהול

יסודות המלאי

55-026-01

תשפ"א

בחינת סמסטר א' מועד א'

מועד הבחינה : יום 8.2 שעה 9:00-11:00

מרצה : פרופ' טל אביננדב

עוזר הוראה : מר אחיעד מינס

בחינת בית מקוונת. יש לענות את התשובה הסופית במקומות המיועדים לכך. יש להציג את כל החישובים שנדרשו על מנת להגיע לתשובה הסופית. תשובה סופית ללא דרך המובילה אליה, לא תיבדק. הבחינה הינה אישית ובמהלכה אין להיוועץ באף אדם, למעט שאלות שיופנו למרצה או לעוזר ההוראה דרך הצי'אט או לעוזר ההוראה. **אסור להשתמש בכל חומר עזר, למעט דף הנוסחאות המצ"ב ומחשבון פשוט.**

הצהרת יושרה : בענותי על שאלות המבחן אני מתחייב/ת לשמור על טוהר מבחן זה ולא להשתמש בחומר ומידע אסורים. מאשר \ לא מאשר (יש להקיף בעיגול). המרצה או עוזר ההוראה יכולים לבקש מכל סטודנט/ית לאחר קבלת הבחינה ליצור עימם קשר טלפוני ולבקש הבהרות לגבי הכתוב. לפיכך יש לציין מספר טלפון נייד בו ניתן להשיגכם. משך הבחינה : שתיים

ב ה צ ל ח ה !

נוסחאון מלאי

שימו לב – בנושאים שונים (ואפילו הם קשורים זה לזה) לאותיות יש משמעויות שונות
שנה = 12 חודשים = 52 שבועות = 250 ימי עבודה = 2,000 שעות עבודה

שיטת ABC

קבוצה A – מזמינים לחודש
קבוצה B – מזמינים לחודשיים
קבוצה C – מזמינים לשנה

מודל EOQ

$$\begin{aligned} \text{if } \tau < T : R &= D \cdot \tau & G(Q) &= \frac{D \cdot A}{Q} + D \cdot c + \frac{h \cdot Q}{2} \\ \text{if } \tau > T : m &= \frac{\tau}{T} & Q &= D \cdot T \\ n &= INT(m) & Q^* &= \sqrt{\frac{2D \cdot A}{h}} & T^* &= \sqrt{\frac{2A}{D \cdot h}} \\ R &= D \cdot (\tau - n \cdot T) & G(Q^*) &= D \cdot C + h \cdot Q^* \end{aligned}$$

$$P\left(\tau \leq \frac{R}{D}\right) = F_\tau\left(\frac{R}{D}\right) = 1 - \alpha$$

$s \approx R - D \cdot \bar{\tau}$; $s = R - D \cdot \bar{\tau} + n(R)$; $h \cdot s$ = safety stock cost ; $\bar{\tau}$ is average lead-time

מודל הנחת כמויות רטרואקטיבי

$$P.C.(Q) = c_i \cdot Q$$

$$G(Q_i) = \frac{D \cdot A}{Q_i} + D \cdot c_i + \frac{h_i \cdot Q_i}{2}$$

מודל הנחת כמויות אינקרמנטלי

$$P.C.(Q) = B_i + c_i \cdot Q$$

$$G(Q_i) = \frac{D \cdot (A + B_i)}{Q_i} + D \cdot c_i + \frac{r \cdot B_i}{2} + \frac{h_i \cdot Q_i}{2} \quad Q_i^* = \sqrt{\frac{2D \cdot (A + B_i)}{h_i}} \quad h_i = r \cdot c_i$$

מודל EOQ המתיר חוסר

$$T_1 = \frac{S}{D} \quad T = \frac{Q}{D} \quad T = T_1 + T_2$$

$$I_{avg} = \frac{S^2}{2Q}$$

$$G(Q, S) = \frac{D \cdot A}{Q} + D \cdot c + \frac{h \cdot S^2}{2Q} + \frac{k \cdot (Q - S)^2}{2Q}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D \cdot A}{h}} \cdot \sqrt{\frac{h+k}{k}} \quad S^* = \sqrt{\frac{2D \cdot A}{h}} \cdot \sqrt{\frac{k}{h+k}}$$

$$T_1^* \cdot h = T_2^* \cdot k$$

מודל EBQ

$$T_1 = \frac{Q}{P} = \frac{H}{P-D} \quad T_2 = \frac{H}{D} \quad T = T_1 + T_2 = \frac{Q}{D}$$

$$H = \left(1 - \frac{D}{P}\right) \cdot Q \quad h' = \left(1 - \frac{D}{P}\right) \cdot h \quad I_{avg} = 0.5H$$

$$G(Q) = \frac{D \cdot A}{Q} + D \cdot c + \frac{h' \cdot Q}{2}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D \cdot A}{h'}} \quad ; \quad H^* = \sqrt{\frac{2D \cdot A}{h}} \sqrt{1 - \frac{D}{P}}$$

מודל רוטציה מחזורית (הרחבה של EBQ למספר סוגי מוצרים)

$$Q^{[i]} = D^{[i]} \cdot T \quad T_1^{[i]} = \frac{Q^{[i]}}{P^{[i]}} = \frac{D^{[i]}}{P^{[i]}} \cdot T \quad h^{[i]} = r \cdot c^{[i]} \cdot \left(1 - \frac{D^{[i]}}{P^{[i]}}\right)$$

$$G^{[i]}(T) = \frac{A^{[i]}}{T} + \frac{h^{[i]} \cdot D^{[i]}}{2} \cdot T + D^{[i]} \cdot c^{[i]}$$

$$G(T) = \sum_{i=1}^n G^{[i]}(T) = \frac{\sum_{i=1}^n A^{[i]}}{T} + \frac{\sum_{i=1}^n (h^{[i]} \cdot D^{[i]})}{2} \cdot T + \sum_{i=1}^n (D^{[i]} \cdot c^{[i]})$$

$$T \geq \frac{\sum_{i=1}^n SU^{[i]}}{1 - \sum_{i=1}^n \frac{D^{[i]}}{P^{[i]}}} = T_{\min} \quad T^* = \sqrt{\frac{2 \sum_{i=1}^n A^{[i]}}{\sum_{i=1}^n (h^{[i]} \cdot D^{[i]})}} \quad T_{OPT} = \max\{T_{\min}, T^*\}$$

ביקוש ידוע לא קבוע

- LFL - (Lot For Lot) - הזמנה לפי ביקוש לאותה תקופה.
- EOQ - (Economic Order Quantity) – כמות קבועה לפי נוסחה.
- EOQ משופר - לפי נקודות הזמנה של EOQ רגיל אבל ללא מלאי בסוף מחזור.
- POQ - (Periodic Order Quantity) - הזמנה לפי כמות המספיקה לביקושים במשך המחזור הקבוע.
- PPB - (Part Period Balancing) - איזון בין עלות אחסנה לעלות הזמנה בכל מחזור.
- LUC - (Least Unit Cost) - עלות כוללת ממוצעת מינימלית לפריט.
- S-M (Silver-Meal) - עלות כוללת ממוצעת מינימלית לתקופה.

$$EOQ \text{ over } n \text{ periods: } \bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i \quad Q^* = \sqrt{\frac{2\bar{D} \cdot A}{h}}$$

$$POQ: T = Round\left(\frac{Q^*}{\bar{D}}\right)$$

$$PPB: \min_n \left| A - h \sum_{i=1}^n (i-1) D_i \right|$$

$$LUC: \min_n \left\{ \frac{A + h \sum_{i=1}^n (i-1) D_i}{\sum_{i=1}^n D_i} \right\}$$

$$S-M: \min_n \left\{ \frac{A + h \sum_{i=1}^n (i-1) D_i}{n} \right\}$$

מודל מוכר העיתונים עבור ביקוש אקראי עם תוחלת μ

$$G(Q, D) = c_o \cdot \max\{Q - D, 0\} + c_u \cdot \max\{D - Q, 0\} \quad \text{עלות לאחר היוודע הביקוש:}$$

$$G(Q) = c_o \sum_{n=n_{\min}}^Q (Q-n)P(n) + c_u \sum_{n=Q}^{n_{\max}} (n-Q)P(n) \quad \text{תוחלת עלות לביקוש בדיד:}$$

$$G(Q) = c_o \int_{x_{\min}}^Q (Q-x)f(x)dx + c_u \int_Q^{x_{\max}} (x-Q)f(x)dx \quad \text{תוחלת עלות לביקוש רציף:}$$

$$R(Q) = (c_o + c_u)(\mu - n(Q)) - c_o Q \quad \text{תוחלת הרווח:}$$

$$n(Q) = \sum_{n=Q}^{n_{\max}} (n-Q)P(n) \quad \text{לביקוש בדיד:}$$

$$n(Q) = \int_Q^{x_{\max}} (x-Q)f(x)dx \quad \text{לביקוש רציף:}$$

$$n(Q) = \sigma \cdot L\left[\frac{Q-\mu}{\sigma}\right] \quad \text{כשהביקוש מתפלג נורמלית עם תוחלת μ וסטיית תקן σ :}$$

$$s(Q) = Q - \mu + n(Q) \quad \text{תוחלת עודף המלאי בסוף תקופה:}$$

$$R(Q) = G(0) - G(Q) \quad \text{נוסחה המקשרת בין רווח לעלות:}$$

$$G(0) = c_u \mu \quad \text{כאשר:}$$

$$F(Q^*) = \frac{c_u}{c_o + c_u} \quad \text{מציאת הכמות האופטימלית בפילוג רציף:}$$

$$F(Q^*) \geq \frac{c_u}{c_o + c_u} \quad \text{מציאת הכמות האופטימלית בפילוג בדיד (מהראשון ששווה עד הראשון שחוצה):}$$

$$F(x) = \frac{x - x_{\min} + 1}{x_{\max} - x_{\min} + 1} \quad \text{פונקציית ההתפלגות המצטברת של הפילוג האחיד הבדיד: } x_{\min} \leq x \leq x_{\max}$$

$$P(x) = \frac{1}{x_{\max} - x_{\min} + 1} \quad \text{פונקציית ההסתברות של הפילוג האחיד הבדיד: } x_{\min} \leq x \leq x_{\max}$$

פונקציית ההתפלגות המצטברת של הפילוג האחיד הרציף $x_{\min} \leq x \leq x_{\max}$: $F(x) = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$

פונקציית צפיפות ההסתברות של הפילוג האחיד הרציף $x_{\min} \leq x \leq x_{\max}$: $f(x) = \frac{1}{x_{\max} - x_{\min}}$

תוחלת של פילוג אחיד (גם בדיד וגם רציף): $\mu = 0.5(x_{\min} + x_{\max})$

פונקציית ההתפלגות הנורמלית המצטברת ותיקוונה לנורמלית סטנדרטית: $F(x) = \Phi\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)$

מודל EOQ עם רמות שירות

מודל נורמלי וסטציונארי: $D_t \sim N(\mu, \sigma) ; \tau = n \cdot t \Rightarrow D_\tau \sim N(n \cdot \mu, \sigma \cdot \sqrt{n})$

עלות ליחידת זמן: $G(Q, R) = \frac{D \cdot A}{Q} + D \cdot c + h(0.5Q + s(R)) + \frac{D \cdot p \cdot n(R)}{Q}$

רמת שירות מסוג ראשון: $P(D_\tau \leq R) = 1 - \alpha$

כשהביקוש מתפלג נורמלית: $R = \mu_\tau + Z_{1-\alpha} \cdot \sigma_\tau$

רמת שירות מסוג שני: $1 - \frac{n(R)}{Q} = 1 - \beta$

לביקוש בדיד: $n(R) = \sum_{n=R}^{n_{\max}} (n - R) P(n)$

לביקוש רציף: $n(R) = \int_R^{n_{\max}} (x - R) f(x) dx$

כשהביקוש מתפלג נורמלית עם תוחלת μ_τ וסטיית תקן σ_τ : $n(R) = \sigma_\tau \cdot L\left[\frac{R - \mu_\tau}{\sigma_\tau}\right]$

$R = \mu_\tau + \sigma_\tau \cdot L^{-1}\left[\frac{\beta \cdot Q}{\sigma_\tau}\right]$

תוחלת רמת מלאי ביטחון: $s(R) = R - \mu_\tau + n(R)$

קירוב לתוחלת רמת מלאי ביטחון: $s \approx R - \mu_\tau$

סכום סדרה חשבונית עם n איברים: $S_n = \frac{n}{2}(a_1 + a_n)$

אינטגרל מסויים של x^n : $\int_a^b x^n dx = \left[\frac{x^{n+1}}{n+1}\right]_a^b = \frac{b^{n+1} - a^{n+1}}{n+1}$

z	$\Phi(z)$	$\Phi(-z)$	L(z)	L(-z)	z	$\Phi(z)$	$\Phi(-z)$	L(z)	L(-z)	z	$\Phi(z)$	$\Phi(-z)$	L(z)	L(-z)
0	0.5000	0.5000	0.3989	0.3989										
0.01	0.5040	0.4960	0.3940	0.4040	0.51	0.6950	0.3050	0.1947	0.7047	1.01	0.8438	0.1562	0.0817	1.0917
0.02	0.5080	0.4920	0.3890	0.4090	0.52	0.6985	0.3015	0.1917	0.7117	1.02	0.8461	0.1539	0.0802	1.1002
0.03	0.5120	0.4880	0.3841	0.4141	0.53	0.7019	0.2981	0.1887	0.7187	1.03	0.8485	0.1515	0.0787	1.1087
0.04	0.5160	0.4840	0.3793	0.4193	0.54	0.7054	0.2946	0.1857	0.7257	1.04	0.8508	0.1492	0.0772	1.1172
0.05	0.5199	0.4801	0.3744	0.4244	0.55	0.7088	0.2912	0.1828	0.7328	1.05	0.8531	0.1469	0.0757	1.1257
0.06	0.5239	0.4761	0.3697	0.4297	0.56	0.7123	0.2877	0.1799	0.7399	1.06	0.8554	0.1446	0.0742	1.1342
0.07	0.5279	0.4721	0.3649	0.4349	0.57	0.7157	0.2843	0.1771	0.7471	1.07	0.8577	0.1423	0.0728	1.1428
0.08	0.5319	0.4681	0.3602	0.4402	0.58	0.7190	0.2810	0.1742	0.7542	1.08	0.8599	0.1401	0.0714	1.1514
0.09	0.5359	0.4641	0.3556	0.4456	0.59	0.7224	0.2776	0.1714	0.7614	1.09	0.8621	0.1379	0.0700	1.1600
0.1	0.5398	0.4602	0.3509	0.4509	0.6	0.7257	0.2743	0.1687	0.7687	1.1	0.8643	0.1357	0.0686	1.1686
0.11	0.5438	0.4562	0.3464	0.4564	0.61	0.7291	0.2709	0.1659	0.7759	1.11	0.8665	0.1335	0.0673	1.1773
0.12	0.5478	0.4522	0.3418	0.4618	0.62	0.7324	0.2676	0.1633	0.7833	1.12	0.8686	0.1314	0.0659	1.1859
0.13	0.5517	0.4483	0.3373	0.4673	0.63	0.7357	0.2643	0.1606	0.7906	1.13	0.8708	0.1292	0.0646	1.1946
0.14	0.5557	0.4443	0.3328	0.4728	0.64	0.7389	0.2611	0.1580	0.7980	1.14	0.8729	0.1271	0.0634	1.2034
0.15	0.5596	0.4404	0.3284	0.4784	0.65	0.7422	0.2578	0.1554	0.8054	1.15	0.8749	0.1251	0.0621	1.2121
0.16	0.5636	0.4364	0.3240	0.4840	0.66	0.7454	0.2546	0.1528	0.8128	1.16	0.8770	0.1230	0.0609	1.2209
0.17	0.5675	0.4325	0.3197	0.4897	0.67	0.7486	0.2514	0.1503	0.8203	1.17	0.8790	0.1210	0.0596	1.2296
0.18	0.5714	0.4286	0.3154	0.4954	0.68	0.7517	0.2483	0.1478	0.8278	1.18	0.8810	0.1190	0.0584	1.2384
0.19	0.5753	0.4247	0.3111	0.5011	0.69	0.7549	0.2451	0.1453	0.8353	1.19	0.8830	0.1170	0.0573	1.2473
0.2	0.5793	0.4207	0.3069	0.5069	0.7	0.7580	0.2420	0.1429	0.8429	1.2	0.8849	0.1151	0.0561	1.2561
0.21	0.5832	0.4168	0.3027	0.5127	0.71	0.7611	0.2389	0.1405	0.8505	1.21	0.8869	0.1131	0.0550	1.2650
0.22	0.5871	0.4129	0.2986	0.5186	0.72	0.7642	0.2358	0.1381	0.8581	1.22	0.8888	0.1112	0.0538	1.2738
0.23	0.5910	0.4090	0.2944	0.5244	0.73	0.7673	0.2327	0.1358	0.8658	1.23	0.8907	0.1093	0.0527	1.2827
0.24	0.5948	0.4052	0.2904	0.5304	0.74	0.7704	0.2296	0.1334	0.8734	1.24	0.8925	0.1075	0.0517	1.2917
0.25	0.5987	0.4013	0.2863	0.5363	0.75	0.7734	0.2266	0.1312	0.8812	1.25	0.8944	0.1056	0.0506	1.3006
0.26	0.6026	0.3974	0.2824	0.5424	0.76	0.7764	0.2236	0.1289	0.8889	1.26	0.8962	0.1038	0.0495	1.3095
0.27	0.6064	0.3936	0.2784	0.5484	0.77	0.7794	0.2206	0.1267	0.8967	1.27	0.8980	0.1020	0.0485	1.3185
0.28	0.6103	0.3897	0.2745	0.5545	0.78	0.7823	0.2177	0.1245	0.9045	1.28	0.8997	0.1003	0.0475	1.3275
0.29	0.6141	0.3859	0.2706	0.5606	0.79	0.7852	0.2148	0.1223	0.9123	1.29	0.9015	0.0985	0.0465	1.3365
0.3	0.6179	0.3821	0.2668	0.5668	0.8	0.7881	0.2119	0.1202	0.9202	1.3	0.9032	0.0968	0.0455	1.3455
0.31	0.6217	0.3783	0.2630	0.5730	0.81	0.7910	0.2090	0.1181	0.9281	1.31	0.9049	0.0951	0.0446	1.3546
0.32	0.6255	0.3745	0.2592	0.5792	0.82	0.7939	0.2061	0.1160	0.9360	1.32	0.9066	0.0934	0.0436	1.3636
0.33	0.6293	0.3707	0.2555	0.5855	0.83	0.7967	0.2033	0.1140	0.9440	1.33	0.9082	0.0918	0.0427	1.3727
0.34	0.6331	0.3669	0.2518	0.5918	0.84	0.7995	0.2005	0.1120	0.9520	1.34	0.9099	0.0901	0.0418	1.3818
0.35	0.6368	0.3632	0.2481	0.5981	0.85	0.8023	0.1977	0.1100	0.9600	1.35	0.9115	0.0885	0.0409	1.3909
0.36	0.6406	0.3594	0.2445	0.6045	0.86	0.8051	0.1949	0.1080	0.9680	1.36	0.9131	0.0869	0.0400	1.4000
0.37	0.6443	0.3557	0.2409	0.6109	0.87	0.8078	0.1922	0.1061	0.9761	1.37	0.9147	0.0853	0.0392	1.4092
0.38	0.6480	0.3520	0.2374	0.6174	0.88	0.8106	0.1894	0.1042	0.9842	1.38	0.9162	0.0838	0.0383	1.4183
0.39	0.6517	0.3483	0.2339	0.6239	0.89	0.8133	0.1867	0.1023	0.9923	1.39	0.9177	0.0823	0.0375	1.4275
0.4	0.6554	0.3446	0.2304	0.6304	0.9	0.8159	0.1841	0.1004	1.0004	1.4	0.9192	0.0808	0.0367	1.4367
0.41	0.6591	0.3409	0.2270	0.6370	0.91	0.8186	0.1814	0.0986	1.0086	1.41	0.9207	0.0793	0.0359	1.4459
0.42	0.6628	0.3372	0.2236	0.6436	0.92	0.8212	0.1788	0.0968	1.0168	1.42	0.9222	0.0778	0.0351	1.4551
0.43	0.6664	0.3336	0.2203	0.6503	0.93	0.8238	0.1762	0.0950	1.0250	1.43	0.9236	0.0764	0.0343	1.4643
0.44	0.6700	0.3300	0.2169	0.6569	0.94	0.8264	0.1736	0.0933	1.0333	1.44	0.9251	0.0749	0.0336	1.4736
0.45	0.6736	0.3264	0.2137	0.6637	0.95	0.8289	0.1711	0.0916	1.0416	1.45	0.9265	0.0735	0.0328	1.4828
0.46	0.6772	0.3228	0.2104	0.6704	0.96	0.8315	0.1685	0.0899	1.0499	1.46	0.9279	0.0721	0.0321	1.4921
0.47	0.6808	0.3192	0.2072	0.6772	0.97	0.8340	0.1660	0.0882	1.0582	1.47	0.9292	0.0708	0.0314	1.5014
0.48	0.6844	0.3156	0.2040	0.6840	0.98	0.8365	0.1635	0.0865	1.0665	1.48	0.9306	0.0694	0.0307	1.5107
0.49	0.6879	0.3121	0.2009	0.6909	0.99	0.8389	0.1611	0.0849	1.0749	1.49	0.9319	0.0681	0.0300	1.5200
0.5	0.6915	0.3085	0.1978	0.6978	1	0.8413	0.1587	0.0833	1.0833	1.5	0.9332	0.0668	0.0293	1.5293

$$L[1] = 0.0833 ; L^{-1}[1] = -0.9$$

z	$\Phi(z)$	$\Phi(-z)$	L(z)	L(-z)	z	$\Phi(z)$	$\Phi(-z)$	L(z)	L(-z)	z	$\Phi(z)$	$\Phi(-z)$	L(z)	L(-z)
1.51	0.9345	0.0655	0.0286	1.5386	2.01	0.9778	0.0222	0.0083	2.0183	2.51	0.9940	0.0060	0.0019	2.5119
1.52	0.9357	0.0643	0.0280	1.5480	2.02	0.9783	0.0217	0.0080	2.0280	2.52	0.9941	0.0059	0.0019	2.5219
1.53	0.9370	0.0630	0.0274	1.5574	2.03	0.9788	0.0212	0.0078	2.0378	2.53	0.9943	0.0057	0.0018	2.5318
1.54	0.9382	0.0618	0.0267	1.5667	2.04	0.9793	0.0207	0.0076	2.0476	2.54	0.9945	0.0055	0.0018	2.5418
1.55	0.9394	0.0606	0.0261	1.5761	2.05	0.9798	0.0202	0.0074	2.0574	2.55	0.9946	0.0054	0.0017	2.5517
1.56	0.9406	0.0594	0.0255	1.5855	2.06	0.9803	0.0197	0.0072	2.0672	2.56	0.9948	0.0052	0.0017	2.5617
1.57	0.9418	0.0582	0.0249	1.5949	2.07	0.9808	0.0192	0.0070	2.0770	2.57	0.9949	0.0051	0.0016	2.5716
1.58	0.9429	0.0571	0.0244	1.6044	2.08	0.9812	0.0188	0.0068	2.0868	2.58	0.9951	0.0049	0.0016	2.5816
1.59	0.9441	0.0559	0.0238	1.6138	2.09	0.9817	0.0183	0.0066	2.0966	2.59	0.9952	0.0048	0.0015	2.5915
1.6	0.9452	0.0548	0.0232	1.6232	2.1	0.9821	0.0179	0.0065	2.1065	2.6	0.9953	0.0047	0.0015	2.6015
1.61	0.9463	0.0537	0.0227	1.6327	2.11	0.9826	0.0174	0.0063	2.1163	2.61	0.9955	0.0045	0.0014	2.6114
1.62	0.9474	0.0526	0.0222	1.6422	2.12	0.9830	0.0170	0.0061	2.1261	2.62	0.9956	0.0044	0.0014	2.6214
1.63	0.9484	0.0516	0.0216	1.6516	2.13	0.9834	0.0166	0.0060	2.1360	2.63	0.9957	0.0043	0.0013	2.6313
1.64	0.9495	0.0505	0.0211	1.6611	2.14	0.9838	0.0162	0.0058	2.1458	2.64	0.9959	0.0041	0.0013	2.6413
1.65	0.9505	0.0495	0.0206	1.6706	2.15	0.9842	0.0158	0.0056	2.1556	2.65	0.9960	0.0040	0.0012	2.6512
1.66	0.9515	0.0485	0.0201	1.6801	2.16	0.9846	0.0154	0.0055	2.1655	2.66	0.9961	0.0039	0.0012	2.6612
1.67	0.9525	0.0475	0.0197	1.6897	2.17	0.9850	0.0150	0.0053	2.1753	2.67	0.9962	0.0038	0.0012	2.6712
1.68	0.9535	0.0465	0.0192	1.6992	2.18	0.9854	0.0146	0.0052	2.1852	2.68	0.9963	0.0037	0.0011	2.6811
1.69	0.9545	0.0455	0.0187	1.7087	2.19	0.9857	0.0143	0.0050	2.1950	2.69	0.9964	0.0036	0.0011	2.6911
1.7	0.9554	0.0446	0.0183	1.7183	2.2	0.9861	0.0139	0.0049	2.2049	2.7	0.9965	0.0035	0.0011	2.7011
1.71	0.9564	0.0436	0.0178	1.7278	2.21	0.9864	0.0136	0.0047	2.2147	2.71	0.9966	0.0034	0.0010	2.7110
1.72	0.9573	0.0427	0.0174	1.7374	2.22	0.9868	0.0132	0.0046	2.2246	2.72	0.9967	0.0033	0.0010	2.7210
1.73	0.9582	0.0418	0.0170	1.7470	2.23	0.9871	0.0129	0.0045	2.2345	2.73	0.9968	0.0032	0.0010	2.7310
1.74	0.9591	0.0409	0.0166	1.7566	2.24	0.9875	0.0125	0.0044	2.2444	2.74	0.9969	0.0031	0.0009	2.7409
1.75	0.9599	0.0401	0.0162	1.7662	2.25	0.9878	0.0122	0.0042	2.2542	2.75	0.9970	0.0030	0.0009	2.7509
1.76	0.9608	0.0392	0.0158	1.7758	2.26	0.9881	0.0119	0.0041	2.2641	2.76	0.9971	0.0029	0.0009	2.7609
1.77	0.9616	0.0384	0.0154	1.7854	2.27	0.9884	0.0116	0.0040	2.2740	2.77	0.9972	0.0028	0.0008	2.7708
1.78	0.9625	0.0375	0.0150	1.7950	2.28	0.9887	0.0113	0.0039	2.2839	2.78	0.9973	0.0027	0.0008	2.7808
1.79	0.9633	0.0367	0.0146	1.8046	2.29	0.9890	0.0110	0.0038	2.2938	2.79	0.9974	0.0026	0.0008	2.7908
1.8	0.9641	0.0359	0.0143	1.8143	2.3	0.9893	0.0107	0.0037	2.3037	2.8	0.9974	0.0026	0.0008	2.8008
1.81	0.9649	0.0351	0.0139	1.8239	2.31	0.9896	0.0104	0.0036	2.3136	2.81	0.9975	0.0025	0.0007	2.8107
1.82	0.9656	0.0344	0.0136	1.8336	2.32	0.9898	0.0102	0.0035	2.3235	2.82	0.9976	0.0024	0.0007	2.8207
1.83	0.9664	0.0336	0.0132	1.8432	2.33	0.9901	0.0099	0.0034	2.3334	2.83	0.9977	0.0023	0.0007	2.8307
1.84	0.9671	0.0329	0.0129	1.8529	2.34	0.9904	0.0096	0.0033	2.3433	2.84	0.9977	0.0023	0.0007	2.8407
1.85	0.9678	0.0322	0.0126	1.8626	2.35	0.9906	0.0094	0.0032	2.3532	2.85	0.9978	0.0022	0.0006	2.8506
1.86	0.9686	0.0314	0.0123	1.8723	2.36	0.9909	0.0091	0.0031	2.3631	2.86	0.9979	0.0021	0.0006	2.8606
1.87	0.9693	0.0307	0.0119	1.8819	2.37	0.9911	0.0089	0.0030	2.3730	2.87	0.9979	0.0021	0.0006	2.8706
1.88	0.9699	0.0301	0.0116	1.8916	2.38	0.9913	0.0087	0.0029	2.3829	2.88	0.9980	0.0020	0.0006	2.8806
1.89	0.9706	0.0294	0.0113	1.9013	2.39	0.9916	0.0084	0.0028	2.3928	2.89	0.9981	0.0019	0.0006	2.8906
1.9	0.9713	0.0287	0.0111	1.9111	2.4	0.9918	0.0082	0.0027	2.4027	2.9	0.9981	0.0019	0.0005	2.9005
1.91	0.9719	0.0281	0.0108	1.9208	2.41	0.9920	0.0080	0.0026	2.4126	2.91	0.9982	0.0018	0.0005	2.9105
1.92	0.9726	0.0274	0.0105	1.9305	2.42	0.9922	0.0078	0.0026	2.4226	2.92	0.9982	0.0018	0.0005	2.9205
1.93	0.9732	0.0268	0.0102	1.9402	2.43	0.9925	0.0075	0.0025	2.4325	2.93	0.9983	0.0017	0.0005	2.9305
1.94	0.9738	0.0262	0.0100	1.9500	2.44	0.9927	0.0073	0.0024	2.4424	2.94	0.9984	0.0016	0.0005	2.9405
1.95	0.9744	0.0256	0.0097	1.9597	2.45	0.9929	0.0071	0.0023	2.4523	2.95	0.9984	0.0016	0.0005	2.9505
1.96	0.9750	0.0250	0.0094	1.9694	2.46	0.9931	0.0069	0.0023	2.4623	2.96	0.9985	0.0015	0.0004	2.9604
1.97	0.9756	0.0244	0.0092	1.9792	2.47	0.9932	0.0068	0.0022	2.4722	2.97	0.9985	0.0015	0.0004	2.9704
1.98	0.9761	0.0239	0.0090	1.9890	2.48	0.9934	0.0066	0.0021	2.4821	2.98	0.9986	0.0014	0.0004	2.9804
1.99	0.9767	0.0233	0.0087	1.9987	2.49	0.9936	0.0064	0.0021	2.4921	2.99	0.9986	0.0014	0.0004	2.9904
2	0.9772	0.0228	0.0085	2.0085	2.5	0.9938	0.0062	0.0020	2.5020	3	0.9987	0.0013	0.0004	3.0004

בעיה 1 (24 נקודות)

תכשיטן משלם \$500 למאבטח שיצטרף לרכב ההובלה שלו, בכל פעם שהוא מוביל הזמנה של תכשיטים מהספק לחנותו. ידוע כי הביקוש לתכשיטים הוא קבוע ושווה ל-2,400 יחידות לשנה. התכשיטן משלם \$50 לתכשיט, ועלות האחזקה מוערכות בכ-20% ממחירו לשנה. כמו כן, בשל מדיניות הספק, התכשיטן חייב לקנות תכשיטים אך ורק בכפולות של 100.

1. מהי הכמות האופטימלית להזמנה? (8 נקודות)

תשובה: _____

2. מהי העלות השנתית הכוללת (הזמנה + רכישה + אחסנה) המינימלית? (8 נקודות)

תשובה: _____

3. אם משך האספקה הוא חצי שנה, מהי רמת המלאי האופטימלית, בה התכשיטן צריך להוציא הזמנה? (8 נקודות)

תשובה: _____

בעיה 2 (24 נקודות)

מפעל מייצר שני סוגים של מזרנים: מזרן יחיד ומזרן זוגי, ומעוניין ליישם מדיניות של רוטציה מחזורית. עלויות הכיוון מתומחרות לפי \$75 לשעה, ועלויות אחזקת המלאי מוערכות בכ-10% ממחירו לשנה.

נתוני הביקוש של האופניים ויכולת הייצור של המפעל עבור כל דגם מופיעים בטבלה הבאה:

דגם המזרן	ביקוש שנתי	קצב ייצור שנתי	זמן כיוון	עלות ייצור המזרן
יחיד	1,200	12,000	8 שעות	\$400
זוגי	4,800	8,000	6 שעות	\$600

1. מהו משך המחזור המינימלי **בשנים** המאפשר ייצור ברוטציה מחזורית בדיוק של 5 ספרות אחרי הנקודה העשרונית? (6 נקודות)

תשובה: _____

2. מהו משך המחזור האופטימלי **בשנים** מבחינה כלכלית לייצור ברוטציה מחזורית בדיוק של 5 ספרות אחרי הנקודה העשרונית? (6 נקודות)

תשובה: _____

3. מהי רמת המלאי המקסימלית במחסן למזרנים זוגיים (מעוגל למספר השלם הקרוב ביותר) כאשר עובדים במחזור אופטימלי? (6 נקודות)

תשובה: _____

4. מהו אחוז הזמן שהמכונה **בטלה** במחזור האופטימלי? (6 נקודות)

תשובה: _____

בעייה 3 (26 נקודות)

מוכר עיתונים קונה עיתון ב-5 ש' מהספק ומוכר אותו ב-10 ש' ללקוחות. עיתונים שנשארו לו בסוף היום הוא מוכר למחזרו נייר ב 1 ש' לעיתון. חשב את (1) גודל ההזמנה האופטימלי שלו מדי בוקר; (2) תוחלת מספר העיתונים העודפים שנשארים לו בסוף היום; (3) תוחלת הרווח המקסימלי שלו ליום עבור התפלגויות הביקוש הבאות:

1. התפלגות אחידה בדידה בין 100 ל-160. (13 נקודות)

תשובה: _____
 _____ (1)
 _____ (2)
 _____ (3)

2. התפלגות נורמלית עם תוחלת 130 וסטיית תקן 10 (עגל את גודל ההזמנה האופטימלי לשלם הקרוב ביותר מלמעלה). (13 נקודות)

תשובה: _____
 _____ (1)
 _____ (2)
 _____ (3)

בעייה 4 (26 נקודות)

להלן תוכנית הביקושים של זיקוקי דינור למופעים:

שבוע	1	2	3	4	5
ביקוש	65	44	40	57	70

בהתעלם מעלויות רכש, עלות ההזמנה הקבועה של זיקוקים (כולל הובלה) הינה \$1,000 ללא תלות בכמות המוזמנת.

עלות האחסנה של זיקוק יחיד למשך שבוע: \$10.

1. בהנחה שנקודות ההזמנה נקבעות לפי שיטת EOQ (Economic Order Quantity) כמה פגזים ישארו במלאי בסוף שבוע 4? (6 נקודות)

תשובה: _____
 2. בהנחה שנקודות ההזמנה נקבעות לפי שיטת POQ (Periodic Order Quantity) כמה פגזים ישארו במלאי בסוף שבוע 4? (6 נקודות)

תשובה: _____

3. בהנחה שנקודות ההזמנה נקבעות לפי שיטת PPB (Part Period Balancing), כמה פגזים ישארו במלאי בסוף שבוע 1? (7 נקודות)

תשובה: _____

4. בהנחה שנקודות ההזמנה נקבעות לפי שיטת LUC (Least Unit Cost), מהי העלות הממוצעת לזיקוק (הזמנה+אחסנה) במחזור שמתחיל בשבוע הראשון? (7 נקודות)

תשובה: _____

בהצלחה.