

מרץ 2015

**מנחם בר-צבי**

קורס ממוני אנרגיה

**אגירה שאובה**

**חישוב לדוגמה**

1. אגירה שאובה פירושה הסתמכות על תעריף תעו"ז של חברת חשמל. בצורה כללית מחיר נמוך לקוט"ש בשעות השפל לעומת מחיר גבוה בשעות השיא. בשעות השפל (לילה) משאבה שואבת ממאגר נמוך לעבר מאגר גבוה מים.

בשעות השיא (יום) המים יורדים בגרביטציה (נפילה חופשית) ומייצרים חשמל.

הצינור אותו צינור והמשאבה (צנטריפוגלית) הנמצאת מתחת מפלס המאגר הנמוך משמשת גם כגנרטור לייצור חשמל.

המשאבה היא גם גנרטור.

החשמל המיוצר נמכר לחברת החשמל או משמש לצריכה עצמית ועלותו לפי הפער בין שני התעריפים (בקיצור יום ולילה)

לדוגמה:

עלות קוט"ש בשעות השיא 0.9 ש"ח

עלות קוט"ש בשעות השפל 0.3 ש"ח

הפרש לרווח (גס) 0.6 ש"ח לקוט"ש

**2. רקע חישובי**

להלן כמה נוסחאות שעליהן מבוסס החישוב

2.1 נוסחת הספק מושקע במשאבה



שווה ערך לגובה המאגר העליון = יחידות (N/m2) = P לחץ

יחידות (m3/sec) = Q ספיקת מים

יחידות (שבר עשרוני) =  נצילות המשאבה

יחידות (watt) = H הספק

2.2 אותה נוסחה תשמש בחישוב תפוקת הטורבינה אלא שנצילותה שונה מנצילות המשאבה.

**3. נתונים לדוגמה**

3.1 הפרש גבהים ממוצע בין שני המאגרים נבחר כ-400 מטר.

3.2 מכאן שלחץ מינימלי אותו צריכה המשאבה להפיק יהיה 40 בָּר (אטמוספירות)

לפחות לפי כל 10 מטר מים הם 1 בָּר

3.3 ספיקת המשאבה תבחר בכמה גדלים ספיקה לדוגמה: 500 מ"ק לשעה.

3.4 נצילות המשאבה 0.7

3.5 נצילות הטורבינה 0.9

**4. חישוב הספק נדרש למשאבה**

(N/m2) 4,000,000 = 100,000 x 40 = 40 בר = P

(m3/sec) 0.138 = 500/3600 = מ"ק לשעה 500 = Q

0.7 = 1

1/H1 = P x Q

H1= 4,000,000x0.138 / 0.7

H1= 552,000 / 0.7

H1= 788,571 (watt)

H1= 788.57 (kwatt)

**5. חישוב הספק מופק חשמלית על ידי הטורבינה**

(N/m2) 4,000,000 = 100,000 x 40 = 40 בר = P

(m3/sec) 0.138 = 500/3600 = מ"ק לשעה 500 = Q

0.9 = 2

2/H2 = P x Q

H2= 4,000,000x0.138 / 0.9

H2= 613,333.3 (watt)

H2= 613.33 (kwatt)

**6. חישובי עלויות – רווחים**

6.1 עלות הפעלת המשאבה לפי 10 שעות עבודה בלילה:

2,365.71 ש"ח = 0.3 ש"ח לקוט"ש x 788.57 קוט"ש x 10 שעות

6.2 עלות עבור ייצור חשמל בשעות היום לפי 10 שעות יום:

5,519.97 ש"ח = 0.9 ש"ח לקוט"ש x 613.33 קוט"ש x 10 שעות

6.3 רווח: 3,154.26 ש"ח ליממה = 2,365.71–5,519.97

6.4 רווח חודשי: 94,627.80 ש"ח = 30 x 3,154.26

6.5 רווח שנתי: 1,135,533.60 ש"ח = 12 x 94,627.80

**7. רווח לאומי** הספקת חשמל בשעות העומס והקטנת זיהום אוויר כללי.

8. היות והפרש הגבהים הגורם ללחץ P באזורי הארץ מוגבל ניתן להראות בטבלה הבאה אפשרויות נוספות לספיקות מים יותר גבוהות המשליכות על קוטר הצינור בהפרש גובה קבוע של 400 מטר ניתנים בטבלה הספקי תפוקה שונים לפי ספיקות שונות.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| פירוט | יחידות | ספיקות משאבה | | |
| ספיקת משאבה | מ"ק לשעה | 500 | 1000 | 5000 |
| \* קוטר צינור אופט. | ס"מ |  |  |  |
| הספק מושקע במשאבה | קילוואט | 788.5 | 1,577.1 | 7,885 |
| אנרגיה מושקעת ב-10 שעות | קוט"ש | 7885 | 15,771 | 78,850 |
| עלות אנרגיה מושקעת חשמלית ליממה | ש"ח | **2,365.5** | **4,731.4** | **23,655** |
| הספק מופק מטורבינה | קילוואט | 613.3 | 1,226.6 | 6,133 |
| אנרגיה מופקת ב-10 שעות | קוט"ש | 6,133 | 12,266 | 61,330 |
| תשלום עבור אנרגיה מופקת ביממה | ש"ח | **5,519.7** | **11,039.4** | **55,197.7** |
| רווח ליממה | ש"ח | 3,154.26 | 6,308.5 | 31,542 |
| רווח שנתי | ש"ח | 1,151,429 | 2,302,609 | 11,512,830 |

\* הערה: קוטר אופטימלי לפי מהירות זרימה של ... מטר לשנייה בצינור.

מנחם בר-צבי

מהנדס כימאי

יועץ סביבה בטיחות ואנרגיה

