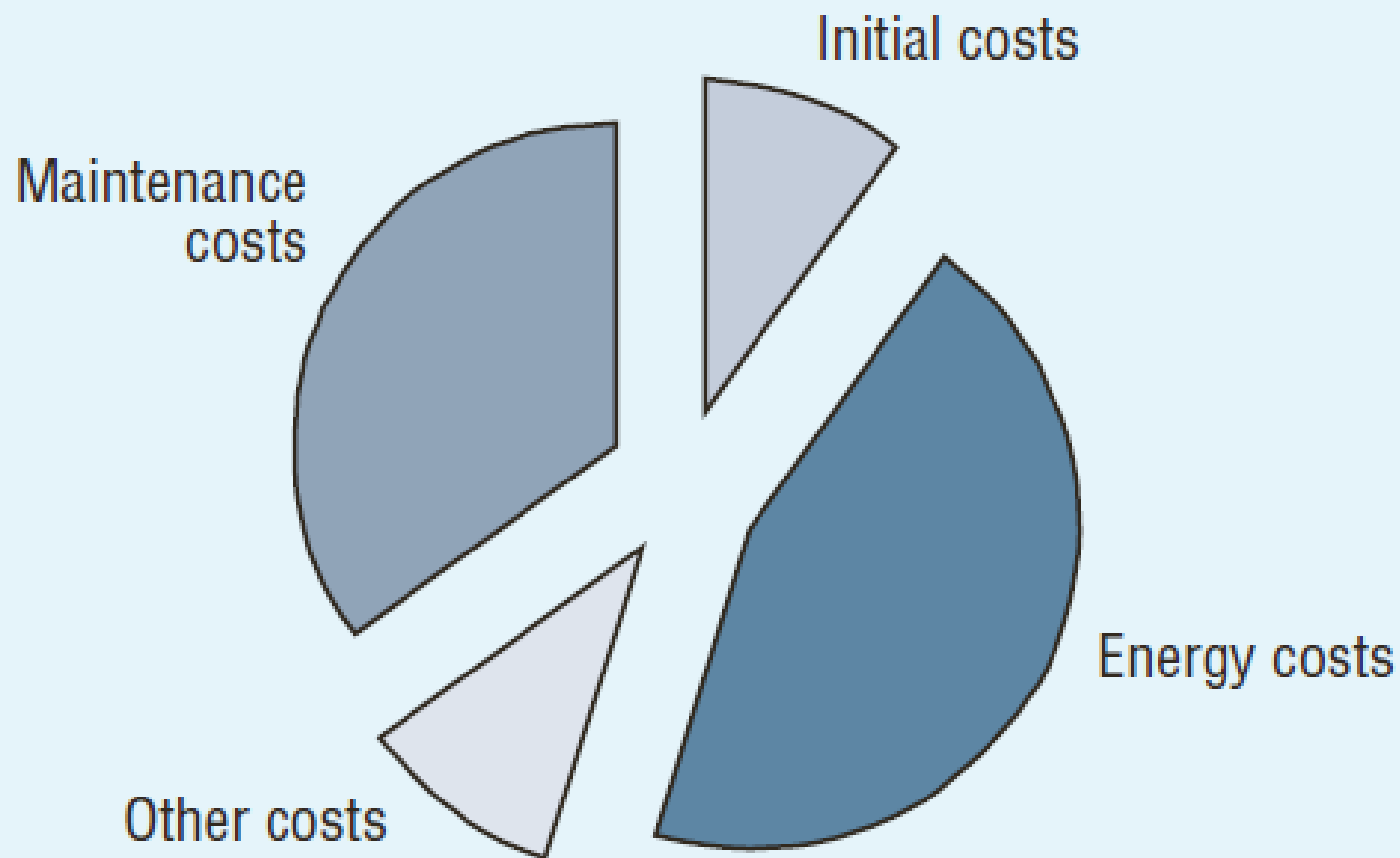


ניתוח עלות מחזור החיים במערכות  
שאיבה



• מרכיבי העלות לאורך מחזור החיים

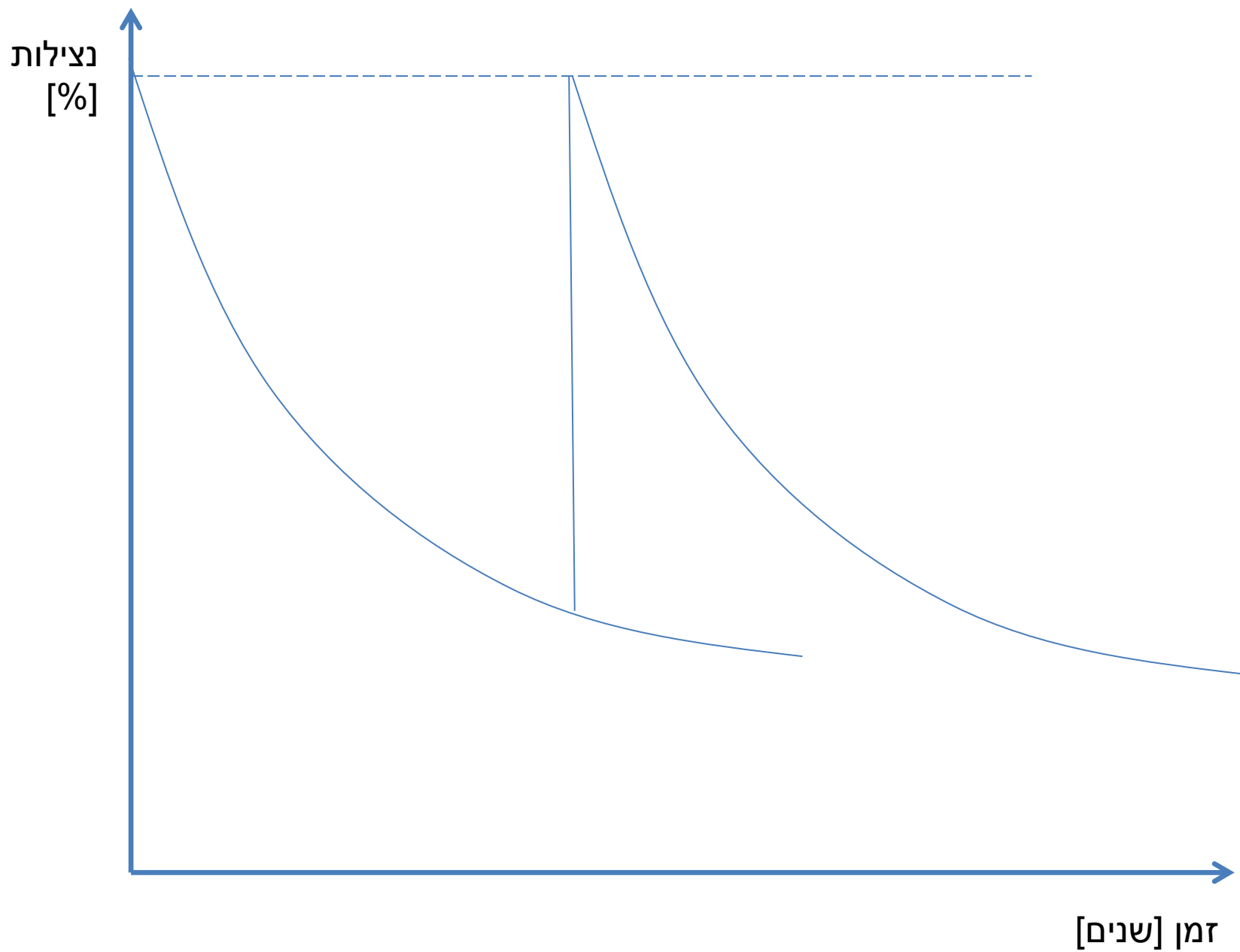
- במפעלים רבים קיים פוטמציאל חיסכון משמעותי:  
בהרבה מקרים המשאבות או/ו מערכות בקרה  
הקיימות אינן עונות לדרישות כלל-מערכתיות, כי  
משימות השאיבה השתנו עם הזמן
- סקירות מראות שלרוב 30%-50% מעלויות  
האנרגיה ניתנות לחיסכון על ידי החלפת ציוד  
מתאים או/ו מערכות בקרה חדשות
- תקנות מחמירות בתחום האנרגיה הם מניע נוסף  
לבצע התייעלות

## עלויות אנרגיה

$$P = \frac{Q \times H \times \text{s.g.}}{366 \times \eta_p \times \eta_m} \quad [\text{kW}] \quad (\text{metric})$$

$$P = \frac{Q \times H \times \text{s.g.}}{3960 \times \eta_p \times \eta_m} \quad [\text{hp}] \quad (\text{U.S. units})$$

נצילות הידראולית ומכנית הן המפתח ליעילות



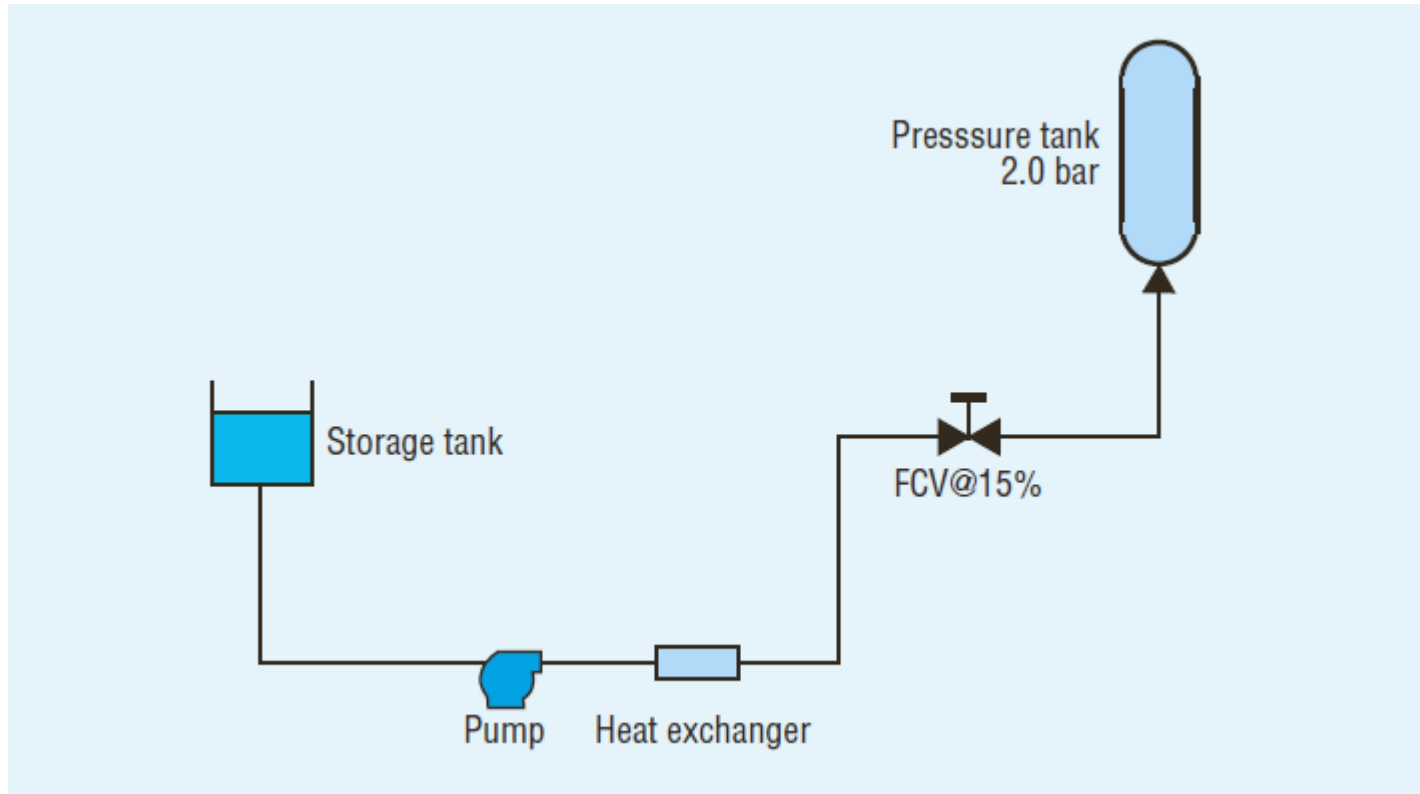
# דוגמת חישוב עיתוי לתיקון

- (1) צריכת האנרגיה של המשאבה: 201,996 קוט"ש\שנה (על בסיס 3,000 שעות בשנה).
- (2) עלות החשמל: \$14,625\שנה על בסיס תעריף חשמל של 7.24 סנט\קוט"ש.
- (3) עלות השיפוץ: \$2,500 (כולל בדיקה, הובלה, תיקון והרכבה).

| איבוד אנרגטי-כספי    |           |       |             | ירידת יעילות |       | שנת   |
|----------------------|-----------|-------|-------------|--------------|-------|-------|
| כספי מצטבר           | כספי שנתי |       | אנרגטי שנתי | מצטבר        | שנתית | פעולה |
| בערך נוכחי ברבית 10% |           | -     |             |              |       |       |
| אלפי \$              |           |       | אלפי קוט"ש  | %            |       |       |
| 0.585                | 0.585     | 0.585 | 8.08        | 4.0%         | 4.0%  | 1     |
| 1.516                | 0.931     | 1.024 | 14.14       | 7.0%         | 3.0%  | 2     |
| 2.604                | 1.088     | 1.316 | 18.18       | 9.0%         | 2.0%  | 3     |
| 3.757                | 1.153     | 1.535 | 21.21       | 10.5%        | 1.5%  | 4     |
| 4.957                | 1.200     | 1.754 | 24.24       | 12.0%        | 1.5%  | 5     |
| 6.137                | 1.180     | 1.900 | 26.26       | 13.0%        | 1.0%  | 6     |
| 7.292                | 1.155     | 2.047 | 28.28       | 14.0%        | 1.0%  | 7     |
| 8.418                | 1.126     | 2.194 | 30.30       | 15.0%        | 1.0%  | 8     |
| 9.476                | 1.058     | 2.267 | 31.31       | 15.5%        | 0.5%  | 9     |

| עלות שיפוץ בערך נוכחי לפי רבית שנתית 10%           |                 | מחזור שיפוץ |
|----------------------------------------------------|-----------------|-------------|
| עלות מצטברת<br>לפי 30 שנה<br>עבור שיפוץ מדי N שנים | עלות שיפוץ בודד | N           |
| אלפי \$                                            |                 | שנים        |
| 23.57                                              | 2.500           | 1           |
| 12.35                                              | 2.273           | 2           |
| 7.83                                               | 2.066           | 3           |
| 5.59                                               | 1.878           | 4           |
| 4.25                                               | 1.707           | 5           |
| 3.36                                               | 1.552           | 6           |
| 2.90                                               | 1.411           | 7           |
| 2.27                                               | 1.283           | 8           |
| 1.91                                               | 1.166           | 9           |

# דוגמא לבחינת חלופות במערכת

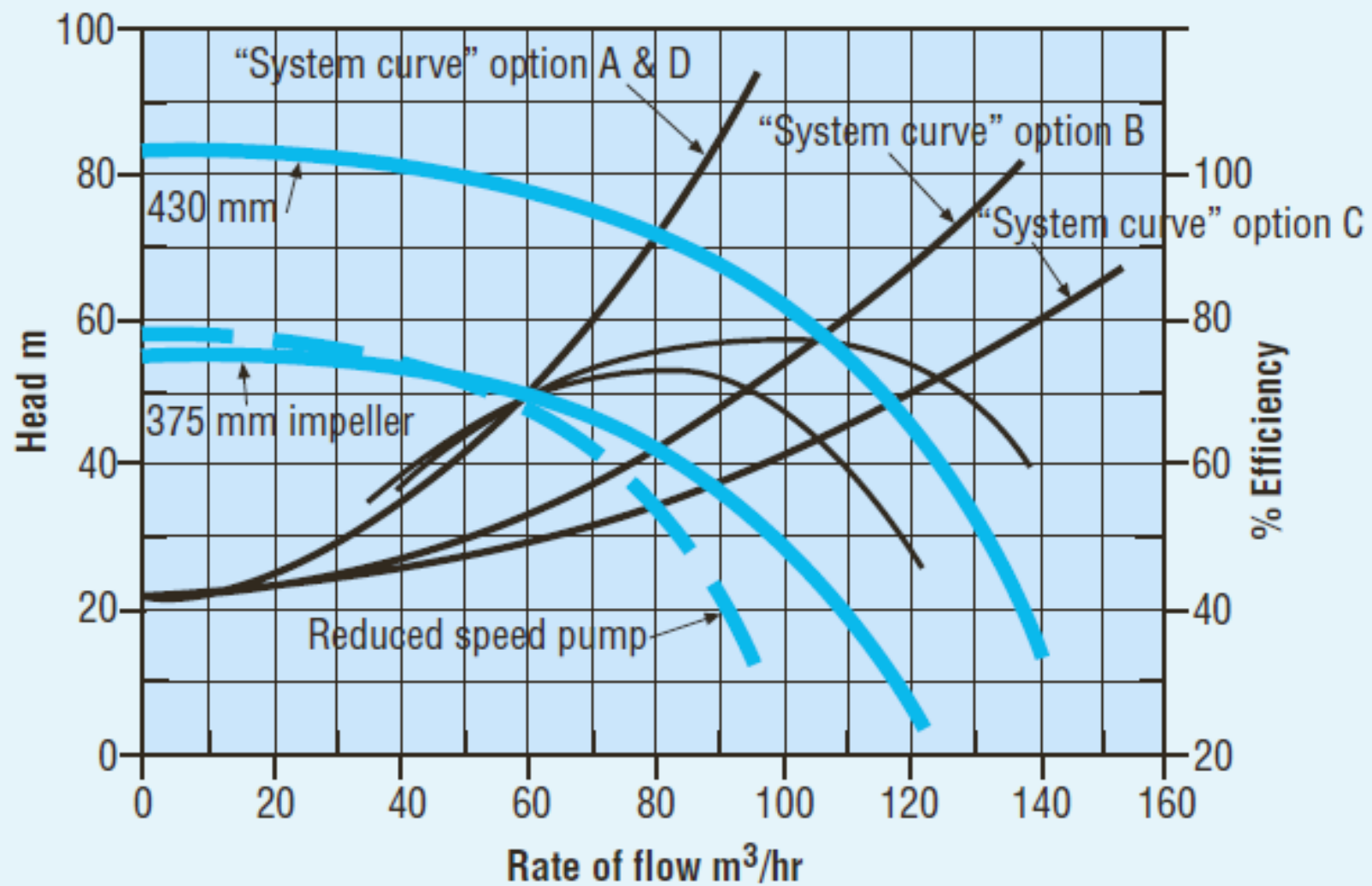


בעיה: תקלה חוזרת במגוף עקב קוויטציה מדי 10-12 חודשים.  
עלות התיקון 4000 דולר

- בחינת המערכת העלתה שבמצב עבודההמגוף פתוח רק ל 15%

- הסתבר שהמשאבה היתה בעלת ספיקה גדולה מהמתוכנן ויצרה מפלי לחץ שגרמו לקוויטציה

- החלופות שנבחנו: A – התקנת מגוף עמיד בלחץ בעלות של 5000 דולר , B – הקטנת מדחף המשאבה, כך שתעבוד בספיקה נמוכה יותר בעלות 2250 דולר, C – התקנת מערכת וויסות תדירות סיבוב , D – להשאיר מצב קיים ולספוג עלויות תיקון מדי שנה



| Cost                | Change Control Valve (A)         | Trim Impeller (B)                | VFD (C)                          | Repair Control Valve (D)         |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Pump Cost Data      |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Impeller diameter   | 430 mm                           | 375 mm                           | 430 mm                           | 430 mm                           |
| Pump head           | 71.7 m (235 ft)                  | 42.0 m (138 ft)                  | 34.5 m (113 ft)                  | 71.7 m (235 ft)                  |
| Pump efficiency     | 75.1%                            | 72.1%                            | 77%                              | 75.1%                            |
| Rate of flow        | 80 m <sup>3</sup> /h (350 USgpm) | 80 m <sup>3</sup> /h (350 USgpm) | 80 m <sup>3</sup> /h (350 USgpm) | 80 m <sup>3</sup> /h (350 USgpm) |
| Power consumed      | 23.1 kW                          | 14.0 kW                          | 11.6 kW                          | 23.1 kW                          |
| Energy Cost/Year    | 11 088 EURO or USD               | 6 720 EURO or USD                | 5.568 EURO or USD                | 11 088 EURO or USD               |
| New Valve           | 5 000 EURO or USD                | 0                                | 0                                | 0                                |
| Modify Impeller     | 0                                | 2 250 EURO or USD                | 0                                | 0                                |
| VFD                 | 0                                | 0                                | 20 000 EURO or USD               | 0                                |
| Installation of VFD | 0                                | 0                                | 1 500 EURO or USD                |                                  |
| Valve Repair/Year   | 0                                | 0                                | 0                                | 4 000 EURO or USD                |

|                                                                                                                | Option A<br>Change<br>control<br>valve | Option B<br>Trim<br>impeller | Option C<br>VFD and<br>remove<br>control valve | Option D<br>Repair<br>control<br>valve |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>Input</b>                                                                                                   |                                        |                              |                                                |                                        |
| Initial investment cost:                                                                                       | 5000                                   | 2250                         | 21 500                                         | 0                                      |
| Energy price (present)<br>per kWh:                                                                             | 0.080                                  | 0.080                        | 0.080                                          | 0.080                                  |
| Weighted average power of<br>equipment in kW:                                                                  | 23.1                                   | 14.0                         | 11.6                                           | 23.1                                   |
| Average operating hours/year:                                                                                  | 6 000                                  | 6 000                        | 6 000                                          | 6 000                                  |
| Energy cost/year (calculated)<br>+ Energy price x Weighted<br>average power x Average<br>operating hours/year: | 11 088                                 | 6 720                        | 5 568                                          | 11 088                                 |
| Maintenance cost (routine<br>maintenance/year:                                                                 | 500                                    | 500                          | 1 000                                          | 500                                    |
| Repair every 2nd year:                                                                                         | 2 500                                  | 2 500                        | 2 500                                          | 2 500                                  |
| Other yearly costs:                                                                                            | 0                                      | 0                            | 0                                              | 4 000                                  |
| Down time cost/year:                                                                                           | 0                                      | 0                            | 0                                              | 0                                      |
| Environmental cost:                                                                                            | 0                                      | 0                            | 0                                              | 0                                      |
| Decommissioning/disposal<br>(Salvage) cost:                                                                    | 0                                      | 0                            | 0                                              | 0                                      |
| Life time in years:                                                                                            | 8                                      | 8                            | 8                                              | 8                                      |
| Interest rate (%):                                                                                             | 8.0%                                   | 8.0%                         | 8.0%                                           | 8.0%                                   |
| Inflation rate (%):                                                                                            | 4.0%                                   | 4.0%                         | 4.0%                                           | 4.0%                                   |
| <b>Output</b>                                                                                                  |                                        |                              |                                                |                                        |
| Present LCC value:                                                                                             | 91 827                                 | 59 481                       | 74 313                                         | 113 930                                |

