

הפסדים בזרימה

מטרת הניסוי

1. הכרת נושא הפסדים בזרימה (אורכיים ומקומיים).
2. חישוב מקדמי הפסדי הזרימה והשוואה לספרות.

תאור המערכת

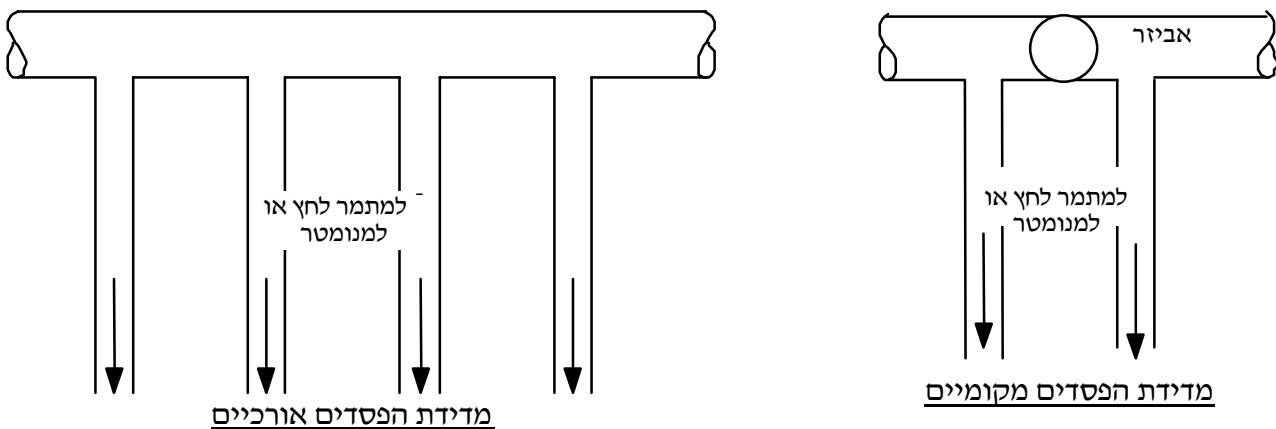
המערכת למדידת הפסדים אורכיים מכילה את הצינורות הבאים :

1. צינור מגולבן - 1 1/2 "
2. צינור מגולבן - 1 1/4 "
3. צינור מגולבן - 1 "
4. צינור מגולבן - 3/4 "
5. צינור מגולבן - 1/2 "
6. צינור PVC - 3/4 "
7. צינור נחושת - 3/4 "

יש לשים לב שהקטרים הרשומים הם קטרים נומינלים. קוטרם הפנימי של הצינורות תלוי בעובי דופן של הצינור. בנוסף לכך קיימים 8 אביזרים הגורמים להפסדים מקומיים.

1. מעבר קוטר 1" - 1/2"	חד	(צינור מסי 8)
2. מעבר קוטר 1" - 1/2"	חד	(צינור מסי 8)
3. מעבר קוטר 1" - 1/2"	מדורג	(צינור מסי 9)
4. מעבר קוטר 1" - 1/2"	מדורג	(צינור מסי 9)
5. ברז כדורי בצינור 3/4"		(צינור מסי 10)
6. ברז בצינור 3/4"		(צינור מסי 10)
7. כפוף בצינור 3/4"		(צינור מסי 11)
8. רקורד בצינור 3/4"		(צינור מסי 11)

הזרימה במערכת יוצאת ממיכל איסוף דרך משאבה עליה קיים מעקף שתפקידו לדאוג לכך שהמשאבה לא תועמס יתר על המידה. מדידת הספיקה נעשית במד ספיקה. על כל אחד מהצינורות קיים ברז כדורי הפותח את הצינור לזרימה. לאורך כל צינור קיימות 2 נקודות למדידת הפרשי לחץ המחוברות למתמר לחץ המעביר את הקריאה לצג דיגיטלי או למחשב (לפי הצורך).



מדידת ההפסד לאלמנטים של הפסד מקומי נעשית לפני ואחרי האלמנט כמתואר בתרשים .

ההוראות כתובות בלשון זכר אך הן מיוצרות לשני המינים, צאכן הסליחה.

הפעל את המערכת בהתאם לדף ההנחיות המצורף בסוף התדריך. בצע את המדידות הבאות:

1. הפרשי העומד לאורך צינורות 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 עבור $Re = 2 \cdot 10^4$.

2. הפרשי העומד לאורך צינורות 3, 4 ו-5 עבור $Re = 1 \cdot 10^4$.

3. הפרשי העומד לאורך צינורות 1 ו-2 בספיקה של 0.75 [l/min] .

4. המרחק בין נקודות המדידה.

6. הקטרים הפנימיים בצינורות השונים.

7. הפסדי העומד על האביזרים השונים בצינורות 8, 9 ו-11 בשתי ספיקות שונות: 12 [l/min] , 24 [l/min]

הפסדי העומד על האביזרים השונים בצינור 10 בשתי ספיקות שונות: 6 [l/min] , 12 [l/min]

הערה: מדידת הקטרים והמרחקים בין נקודות המדידה וחישוב הספיקות עפ"י מספרי Re הם תנאי לביצוע הבוחן אצל המדריך (יש לבצעם כהכנה למעבדה ובלעדיהם לא ניתן לבצע את הניסוי).

ניתוח התוצאות:

1. חשב את מקדמי החיכוך האורכיים f מתוך תוצאות מדידותיך.

2. חשב את מקדמי ההפסדים המקומיים K עבור האביזרים השונים.

3. בצע חישוב אנליטי של K עבור מעבר קטרים.

מסקנות:

1. השווה את מקדמי החיכוך f שקיבלת לערכים מהספרות.

2. עמוד על השפעת הגורמים הבאים על מקדם החיכוך f .

א. קוטר הצינור.

ב. חומר ממנו עשוי הצינור.

ג. מספר Re .

3. עמוד על השפעת הגורמים הבאים על ההפסדים האורכיים H_L

א. קוטר הצינור.

ב. אורך הצינור.

ג. הספיקה.

4. השווה את מקדמי ההפסדים המקומיים K שקיבלת לערכים המצויים בספרות.

5. השווה את ערכי K שקיבלת עבור מעבר קטרים לתוצאת החישוב האנליטי. הסבר את הסיבות לאי ההתאמה במידה והיא קיימת.

6. עמוד על השפעת הספיקה על הפסד בעומד המקומי h .

את ניתוח התוצאות ערוך בשתי טבלאות, אחת עבור הפסדים מקומיים ואחת עבור הפסדים אורכיים, בדומה לדוגמא הבאה:

מס. הצינור	ε / D	Q	D	v	Re	Δ_e	f	f	Δh	K	K	הערות
האביזר							ניסיוני	ספרות		ניסיוני	ספרות	

1. Fluid Mechanics , Robert A. Granger 1985

2. Fluid Mechanics , Frank M. White (second edition) 1986

3. Mechanics of Fluids , Irving H. Shames (second edition) 1982

רשימת מקורות

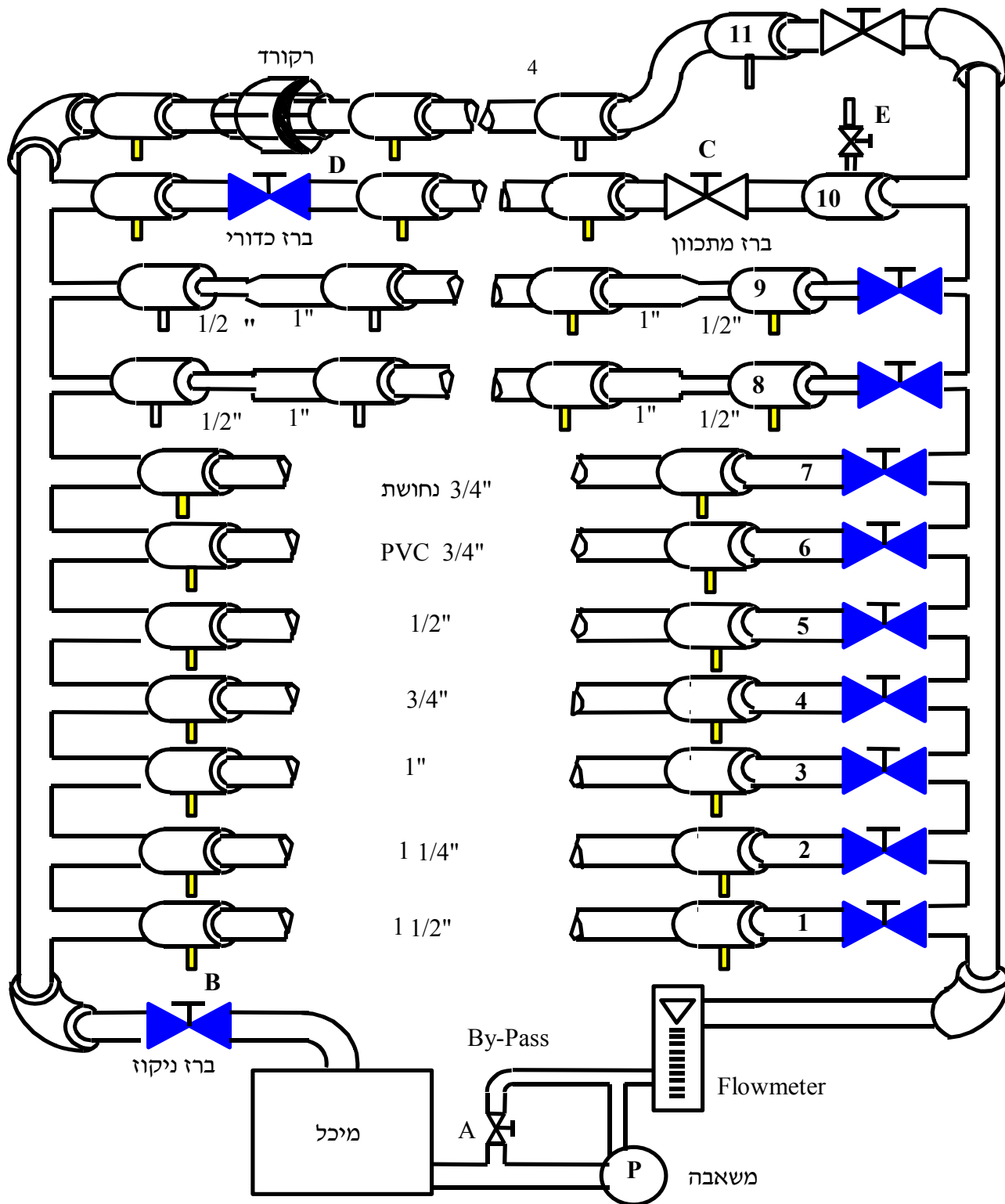
מערכת ניסיונית למדידת הפסדי לחץ בזרימה

- המערכת מורכבת מ-11 צינורות בעלי קוטר שונה המחוברים למתמר לחץ .
 במהלך הניסוי יש למדוד הפרשי לחץ לאורך הצינור ו/או מפלי לחץ הנוצרים ליד אלמנטים שונים (כגון : ברז כדורי, מעבר מקוטר אחד לשני וכדומה).
 להלן הנחיות לביצוע הניסוי :
1. זהה את כל רכיבי המערכת.
 2. פתח משוב A (By-Pass) עד הסוף.
 3. ודא שברז ניקוז B פתוח. (הוא יישאר פתוח כל הזמן).
 4. הפעל את המשאבה .
 5. פתח ברז של הצינור הנמדד (נתחיל במס' 1).
 6. כוון ספיקה שחישבת בעזרת ברז משוב A (קריאת הספיקה מתבצעת בעזרת מד ספיקה Flow Meter).
 7. בגמר קבלת תוצאות פתח ברז משוב A עד הסוף.
 8. השאר ברז של צינור מס' 1 פתוח.
 9. פתח ברז של צינור מס' 2.
 10. סגור באיטיות ברז של צינור מס' 1.
 11. כוון בעזרת ברז משוב את הספיקה שחישבת עבור צינור מס' 2.
 12. בגמר קבלת תוצאות פתח ברז משוב A עד הסוף .
 13. פתח ברז הצינור הבא וסגור ברז הצינור שנמדד קודם.
 14. חזור על פעולות 9 , 10 , 11.
 15. פתח ברז C של צינור מס' 10 לאחר שוידאת שברז משוב A נשאר פתוח.
 16. פתח ברז E הנמצא על נקודות מדידה בצינור מס' 10.
 17. בצע מדידה לאחר כיוון ספיקה.
 18. פתח ברז משוב A.
 19. הפסק פעולת המשאבה.

שאלות הכנה לניסוי

ההוראות כתובות בלשון זכר אך הן מיוצרות לשני המינים, צאכן הסליחה.

1. מהו הגורם הפיסיקלי להפסדי אנרגיה של הנוזל בזרימה ?
2. תאר מילולית את תלות מקדם החיכוך f במספר Re וב- ε / D
3. פתח ביטוי לחישוב ערכו של K עבור המקרה של זורם העובר מקוטר קטן D_1 לקוטר גדול D_2 כפונקציה של D_1 / D_2 .
4. כיצד ניתן למדוד את הפסד האנרגיה הנובע מתוספת אביזר כלשהו למערכת ?
5. כיצד מחשבים את f הניסיוני ? מה הגדלים שיש למדוד לשם כך. רשום את f כפונקציה של הגדלים הנמדדים.
6. האם נוכחות בועות אויר בשפופרות המנומטר או במתמר הלחץ מהוות קושי במדידה ? אם כן מדוע ?
7. מה משמעותו הפיזיקלית של מס' Re ?
8. מה הסיבה לקיום הפסדים מקומיים ואורכים.
9. האם K מקדם ההפסדים המקומיים - הוא גודל קבוע ?
10. כיצד תקבע את האמינות (הדיוק) בחשוב f ו- K הניסיוניים ?
11. א) לרשותך צינור בקוטר D בעל חספוס נתון ε , דלי מים ושעון עצר (סטופר).
 כיצד תמצא את כוח הגרר הפועל על הצינור לכל מטר אורך ?
 ב) חשב את הכוח הפועל על מטר אורך של הצינור עבור צינור מס' 3 במספר רינולדס $2 \cdot 10^4$.



מערכת הפסדים בזרימה