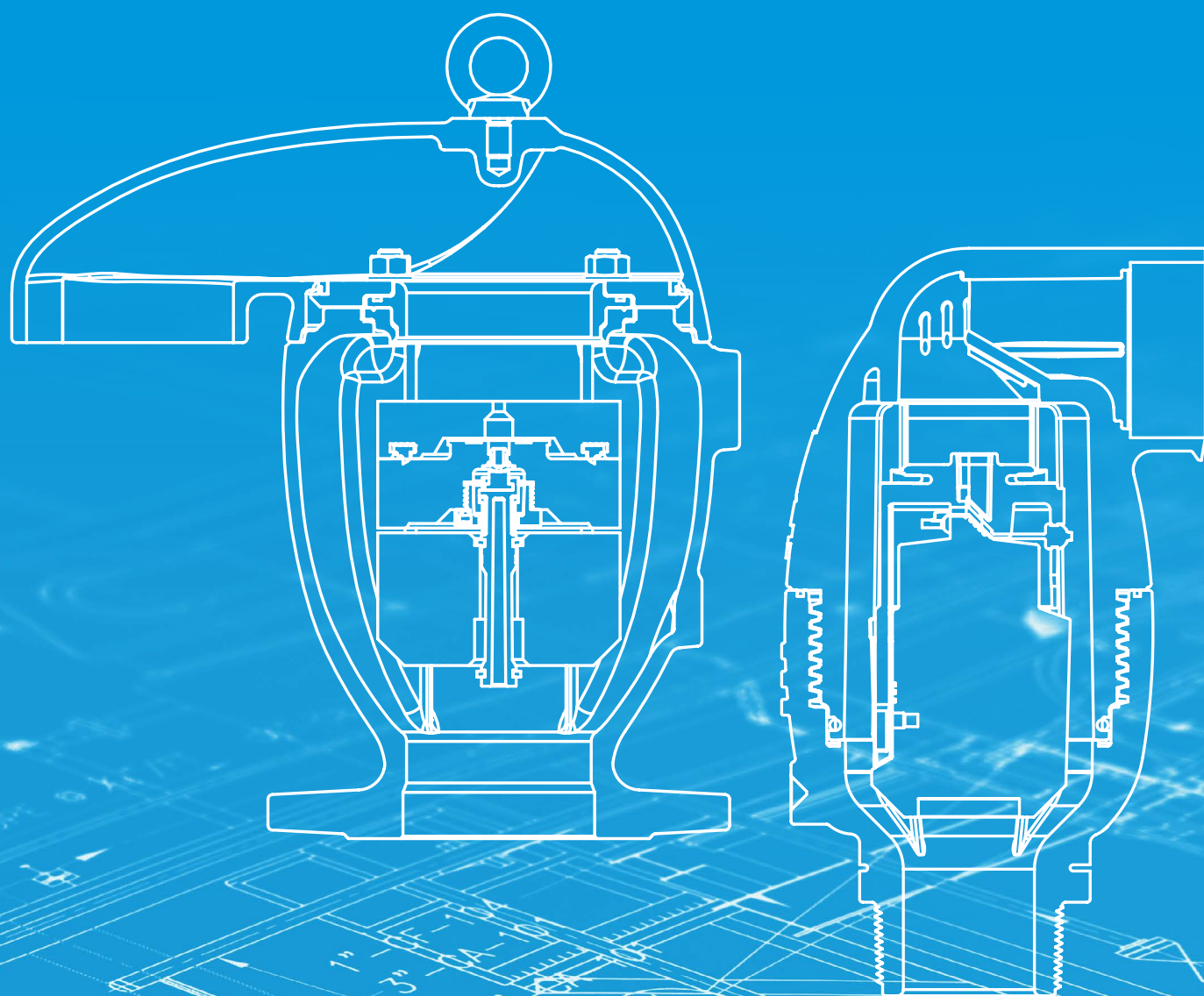




בקרת אוויר במערכות מים וביוב

מדריך למתכנני מערכות

מדריך זה מציע כלים לתכנון בקרת אוויר, בחירה ואפיון שסתומי אוויר.

תוכן עניינים

פרופיל חברה	3
פרק 1 עקרונות בקרת האוויר במערכות מים הפועלות תחת לחץ	7
פרק 2 יתרונות שסתומי האוויר וסוגיהם	9
פרק 3 עקרונות פעולה של שסתומי אוויר	11
פרק 4 יישומים אופייניים	13
פרק 5 מיקום שסתומי אוויר	14
פרק 6 עקרונות לקביעת קוטר שסתומי אוויר	19
פרק 7 BERMAD AIR תוכנה לקביעת גודל ומיקום של שסתומי אוויר	22
פרק 8 גרפים להמלצה ראשונית לקביעת קוטר השסתום	24
פרק 9 אנליזת הלם	26
פרק 10 מפרטי שסתומי אוויר	28
פרק 11 שיקולי התקנה	29
פרק 12 מבדקת האוויר של ברמד לשסתומי אוויר	31
פרק 13 מדוע שסתומי האוויר של ברמד הם המתאימים ביותר למערכת שלך	32
כתב הסרת אחריות של ברמד	33



פרופיל החברה



חדשנות



הגינות



מחויבות



איכות



מקצועיות

ברמד, חברה מובילה בשוק המים העולמי, הינה חברה בבעלות פרטית, המפתחת, מייצרת ומשווקת פתרונות מתקדמים לבקרת זרימה, התפורים לדרישת הלקוח. הטכנולוגיה המתקדמת של מוצרי ברמד משלבת מגופי בקרה הידראוליים, שסתומי אוויר ופתרונות חדשניים למדידת מים.

ברמד, שנוסדה בשנת 1965, מסייעת בכל רחבי תבל, ללקוחות מובילים מכל תחומי תעשיית המים העולמית, באמצעות הידע והניסיון שנצברו במעל לחמישים שנות פעילותה. החברה המבוססת מאוד בשוק המים, נחשבת גם לחלוצה בתחום הפתרונות החדשניים לבקרת ספיקה. למוצריה, האיכותיים במיוחד, חיי מוצר ארוכים ויעילות תפעולית חסרת תקדים והם מסייעים ללקוחות החברה להתמודד עם הדרישות והאתגרים של המאה ה-21.

מוצרי ברמד מותאמים לצרכים הייחודיים של המגזרים השונים בתעשיית המים.

המוצרים משלבים יכולות מתקדמות וטכנולוגית ניהול ובקרת ספיקה חדשנית שנתפרה במיוחד לצרכים המיוחדים של המגזרים השונים בתעשייה.

השקיה

חזונה של ברמד הינו אספקת פתרונות ניהול השקיה משולבים. באמצעות צוותי החברה ולאורך כל שנות קיומה, אנו מפתחים וצוברים ללא לאות ידע מעשי נרחב ביותר. אנו חותרים לספק ללקוחותינו את מכלול מוצרי בקרת המים החדשניים, החל משלבי התכנון, הייצור והתמיכה הטכנית, המשתלבים לכדי פתרון מלא, כולל יועיל, במחיר תחרותי לכל צרכי מערכות ההשקיה החקלאיות.



כיבוי אש

הפתרונות המוכחים שלנו, בשוק כיבוי האש העולמי, משלבים טכנולוגיות ייחודיות, מוגנות פטנט, לצרכים הייחודיים של מערכות כיבוי האש, כגון מערכות אל כשל בעלות הפרעה מינימאלית לזרימה ועמידות רבה להלם מים ופריצה. למערכות כיבוי האש של ברמד אמינות גבוהה ומשך שירות ארוך במיוחד. ניתן למצוא ברחבי העולם את מוצרי ברמד האיכותיים כרכיבים חיוניים במערכות כיבוי אש ובכלל זה בהתקנות באזורים מסוכנים הדורשים פתרונות ייחודיים המסיעים בשמירה על חיי אדם ובהגנה על הרכוש מפני נזקי שריפות. מוצרי כיבוי האש של ברמד עומדים בתקנים המחמירים של תחום כיבוי האש העולמי.



מבנים

לתחום המבנים דרישות ייחודיות אותן יש לקחת בחשבון, יחד עם נושא ההגנה מפני שריפות, בשלבי התכנון וההתקנה של מערכות אספקה וחלוקת המים.

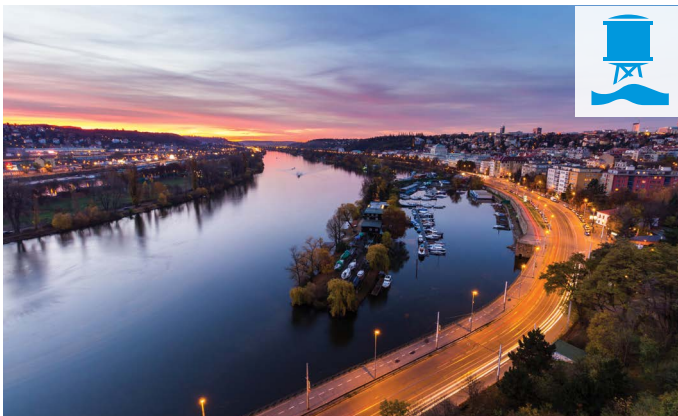
מסיבה זו מוצרי ניהול ובקרת אספקת המים למבנים של ברמד מתוכננים ומיוצרים תוך הקפדה יתרה בנושאים כגון: הבטחת אספקת מים רציפה וקבועה, מניעת רעשי זרימה ושניקה, קלות ופשטות התחזוקה, סניטציה, בטיחות ותגובה יעילה למצבים של צריכת מים גבוהה במיוחד.



הולכת מים

כחלוצים בתחומי ההגנה על מערכות הולכת מים ויעילות האספקה, מוצרי ברמד הידועים בפתרונות ניהול האספקה ובקרת המים כוללים מגופי בקרה הידראוליים משוכללים, שסתומי אוויר ומדי מים חדשניים.

לתחומי הולכה וחלוקת מים, רשתות אספקה, תחנות שאיבה, בתי משאבות ומערכות כיוו, ברמד מספקת פתרונות אמינים מאיכות גבוהה המאפשרים במערכות אלו, אופטימיזציה של השימוש במים, יעילות אנרגטית, מחיר תחרותי והקטנה למינימום של זמן העצירה הנדרש לצרכי תחזוקת המערכות.

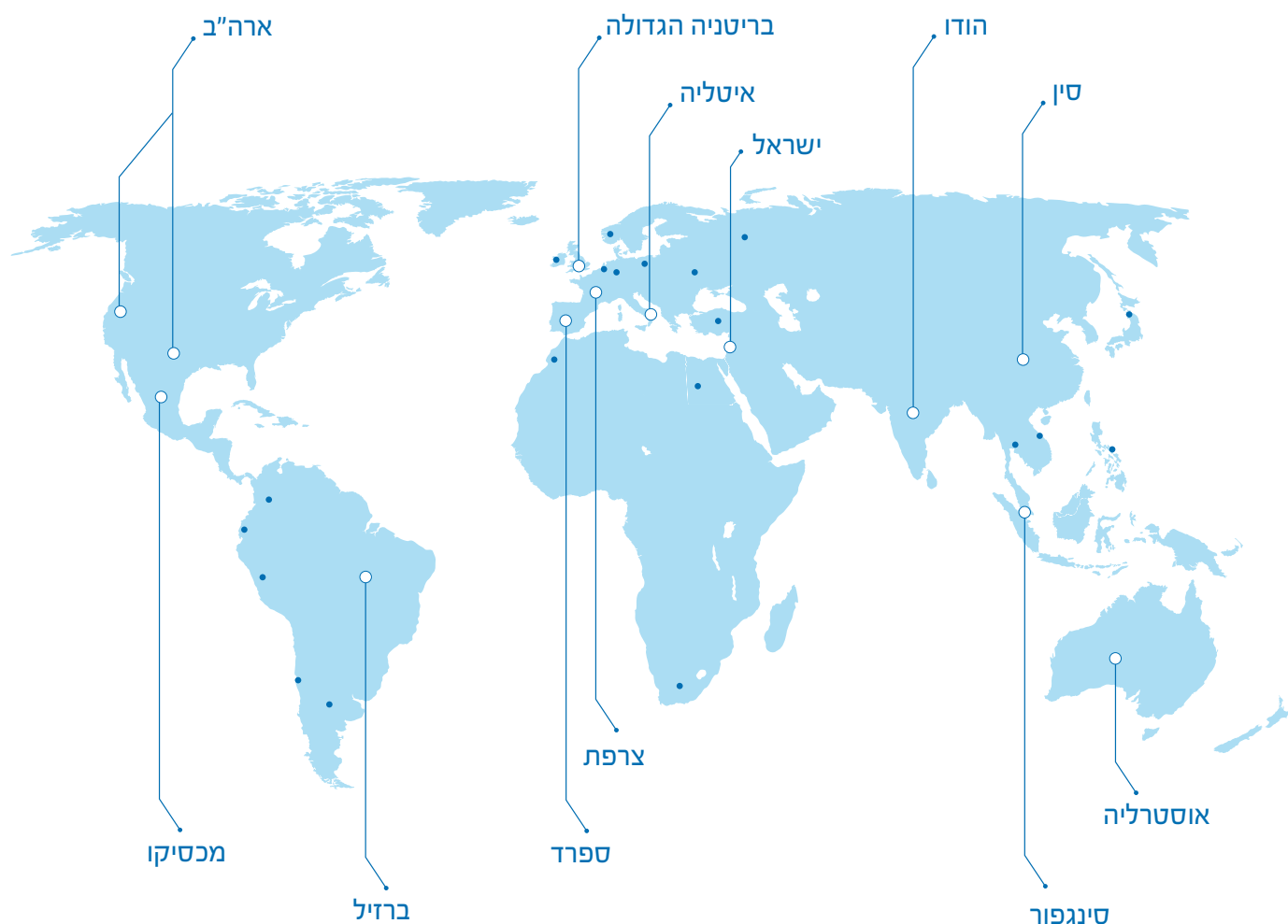


מכרות

ניתן למצוא את המכלול הרחב והמוכח של מגופי הבקרה, שסתומי האוויר ומוצרי ההגנה מפני הלם מים של ברמד, התפורים ומוטאמים לצרכי המשתמש, במכרות רבים ברחבי תבל. המוצרים שלנו מספקים בהצלחה רבה פתרונות ליישומי בקרת ספיקה הקשוחים ביותר במכרות נחושת, זהב, ברזל, פחם ובמכרות של מתכות יקרות אחרות.



ברמד ברחבי העולם



הפריסה העולמית שלנו מאפשרת את שלווה הנפש של לקוחותינו

הרשת העולמית הנרחבת של ברמד מספקת ללקוחותינו שירות יוצא דופן ביעילות ושלווה נפש.

באמצעות 12 חברות הבנות שלנו ברחבי העולם ומעל ל-85 המפיצים שלנו במדינות השונות, פיתחנו מוניטין ואיכות גבוהה במיוחד למערכות המכירות והשירות הכלל עולמיות שלנו הנתמכות ע"י אנשי מקצוע מיומנים, מוסמכים ומסורים. רשת עולמית זו מאפשרת לנו לתרום משמעותית לזירת תעשיית המים העולמית ולקחת חלק בפרויקטים בינלאומיים רחבי היקף רבים החל ממנהרות תעלת למאנש, סכר שלושת הדרקונים בסין, השקיית שדות החקלאות באסיה ודרום אמריקה ועד לשדות הנפט של הים הצפוני והמפרץ הפרסי. ממשלות וחברות מהמגזר הפרטי ברחבי העולם מסתמכות על הפתרונות המוכחים שלנו לכל צרכי הניהול והבקרה של מערכות המים שלהם.



פתרונות בקרת מים

מחויבות תכנונית גבוהה ותמיכה מתמשכת במוצר

מתוך הבנה כי היעילות הכוללת, של פתרונות הניהול ובקרת הזרימה, תלויה למעשה ביעילותו של הרכיב הקטן ביותר במערכת, אנו מתכננים, מפתחים ומייצרים את כל מגופי הבקרה ההידראוליים, שסתומי האוויר ומערכות מדידת המים המתקדמות, אצלנו במפעל תוך עמידה בתהליכי בקרת האיכות המחמירים ביותר.

מחויבותנו לחדשנות, דיוק, איכות ואמינות מאפשרת לנו: להתאים את פתרונותינו לצרכים של כל לקוח כמעט, לשלב תדיר את טכניקות הייצור האמינות ביותר בתהליך הייצור שלנו, ולספק לכל לקוח פתרון כולל ומצוין בתחום ההנדסי, המסחרי ובתחום השירות החל משלב התכנון, ההתקנה והמשך לשלב השירות למערכת המותקנת.

עזרה בניהול המשאב העולמי היקר ביותר

בברמד אנו מבינים כי יעילות וחוכמת הניהול של המשאב העולמי היקר ביותר, חיונית וחשובה לפחות כמו המשאב עצמו.

הבנה זו היא הבסיס למחויבותנו לתכנון, ייצור, הספקה ותמיכה במוצרי ניהול ובקרת זרימה המגדילים את תועלות השימוש בכל טיפה של מים.

מחויבותנו ללקוחותינו תואמת למחויבותנו לשמירת הסביבה. בנוסף לפתרונות הכוללים המגבירים את יעילות השימוש במים ובשאר המשאבים אנו תרים תמידית אחר חומרים חדשים וטכניקות ייצור טובות יותר המבטיחים קיימות. כתוצאה מכך אנו עומדים בתקני הגנת הסביבה הבינלאומיים ובאישורים המחמירים ביותר.

פרק - 1 עקרונות בקרת האוויר במערכות מים הפועלות תחת לחץ

מבוא

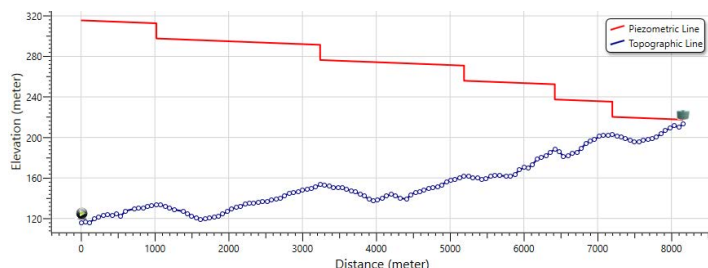
נוכחות כמויות לא מבוקרות של אוויר במערכות מים, עלולה להשפיע קשות על ביצועי המערכת, לגרום למילוי וניקוז לא יעילים של הצנרת ולהפחתת הספיקה, הגדלת עלויות האנרגיה ושיבוש פעולתם של אביזרים נוספים במערכת. מצד שני, אוויר הינו חיוני להתמודדות עם תנאי ואקום והלם מים. בקרה יעילה על האוויר ברשתות מים מבוססת על הערכת נפח האוויר הנדרש במצבי הפעולה השונים, ובהתאם לכך משפיעה על מיקומם וגודלם של שסתומי האוויר במערכת.

בקרת אוויר במערכות מים הפועלות תחת לחץ קריטית לשיפור יעילות מילוי הקווים וריקונם, פעולתם תחת לחץ והגנה על המערכת מפני היווצרות ואקום והלם מים.

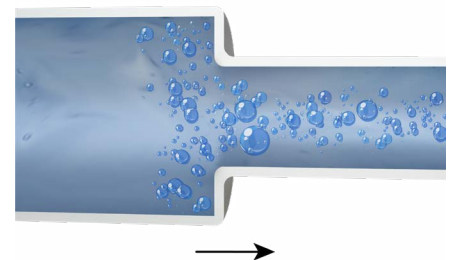
מקורות האוויר במערכות מים

לנוכחות האוויר במערכות המים מקורות שונים:

- טרם הפעלת המערכת, כשקווי הצנרת ריקים הם מלאים באוויר.
- כל הנזלים מכילים אוויר מומס, נפח האוויר המומס תלוי בלחץ ובטמפרטורת הסביבה והוא נע בסביבות 2% תחת לחץ אטמוספרי וטמפרטורה של 25 מעלות צלזיוס.
- במערכות הפועלות תחת לחץ, הלחץ משתנה לאורך קווי הצנרת כתלות בגרדיאנט ההידראולי (HGL) ופרופיל הצינור. בנקודות בהן הלחץ יורד,



איור 1.2 - כיסי אוויר לכודים מגדילים את הפסד העומד



איור 1.1 - היווצרות בועות אוויר

האוויר המומס במים הופך לבועות אוויר המצטברות לכיסי אוויר במערכת. עליה בטמפרטורת הסביבה תגרום גם היא להיווצרות של בועות אוויר.

- זרימה טורבולנטית יוצרת תערובות של אוויר ומים ביציאה ממאגרים ולתוך הקו.
- משאבות צנטריפוגליות מקדמות היווצרות מערבולות המאפשרות כניסת כמויות אוויר גדולות למערכת.
- במערכות ביוב עירוניות, בועות אוויר נוצרות גם עקב הפעילות המיקרוביולוגית בשפכים.

השפעות האוויר במערכות המים

השפעת האוויר במערכות המים משתנה בהתאם למצבי העבודה השונים של המערכת:

■ מילוי קווים:

בכדי לאפשר מילוי קווים יעיל, יש לשחרר ולנקז אוויר. במידה והאוויר לא משתחרר ביעילות, זמן מילוי המערכת גדל באופן משמעותי. נפח גדול של אוויר שאינו משתחרר בעת מילוי הקווים עלול להוביל ליצירת הלמי מים.

■ פעולה תחת לחץ (מצב עבודה יציב):

בועות אוויר מצטברות בנקודות גבוהות של המערכת ומקטינות בהדרגה את החתך האפקטיבי של הצינור. התוצאה הינה הפחתה של הספיקה והגדלה של עלויות האנרגיה הנדרשות בכדי לשמור על הספיקה המתוכננת.

במקרים קיצוניים המשאבה לא יכולה לספק את הלחץ הנדרש על מנת להתגבר על כיסי האוויר, כך שהזרימה במערכת עלולה להפסק לחלוטין. [הקש על הלינק לצפייה באנימציה.](#)



איור 1.3 - בועות אוויר המצטברות לכדי כיסי אוויר

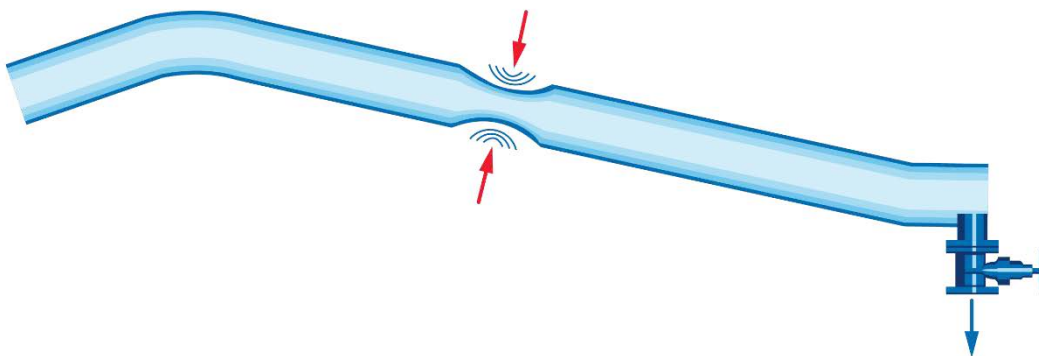
■ הלם מים:

הלם מים יכול להיווצר כתוצאה מכיבוי משאבה פתאומי, סגירת מגוף מהירה ובתרחישים נוספים אחרים. בהלם מים, בסבירות גבוהה, הלחץ ירד באותה עוצמה שהלחץ יעלה. כך שבמצבים מסוימים הלחץ צונח ללחץ שלילי (תנאי ואקום) ובמקרים הגרועים ביותר עלולה להתרחש הפרדות עמודת מים והיווצרות קווטציה.

המערכת עלולה לספוג נזקים משמעותיים, ללא בקרה והגנה מלאה מפני הלמי מים. ניטרול מצבי וואקום מחייב הכנסת אוויר בנקודות קריטיות בהתאם לתכנון המבוסס על ניתוח הלמים. [הקש על הלינק לצפייה באנימציה.](#)

■ ריקון קווים:

בעת ריקון המערכת, בין אם עקב פיצוץ או לצרכי תחזוקה, נוצרים תנאי לחץ שלילי (תנאי ואקום). לחץ שלילי עלול לפגוע באביזרים שונים במערכת ובמצבי קיצון אף עלול להביא לקריסה של הצנרת. מתן אפשרות להכנסת אוויר למערכת מונעת את היווצרות הלחץ השלילי ומגינה על המערכת. [הקש על הלינק לצפייה באנימציה.](#)



איור 1.4 - לחץ שלילי בעת ריקון קווים

■ השפעות נוספות:

לחץ שלילי בצנרת גורם ליניקה מהסביבה אל תוך המערכת. במערכות מי שתיה בהם אביזרים שונים מותקנים בשוחות תת קרקעיות, כניסת מים מזוהמים למערכת עלולה להוות בעיה חמורה. במערכת השקיה בטפטוף, כאשר נוצר וואקום, גרגרי אדמה עלולים להיכנס למערכת ולסתום את פיות הטפטפות.

אוויר משבש את פעולתם של אביזרי מערכת כדוגמת, משאבות, מגופי ויסות ומסננים.

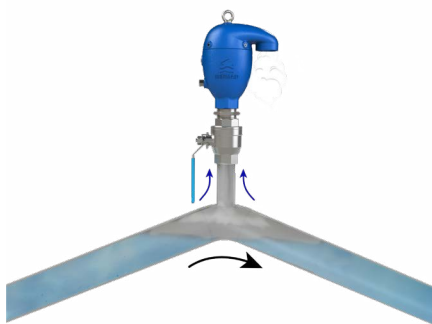
מדי מים מכניים שקריאתם מבוססת על מהירות הזרימה של הנוזל מפיקים קריאות שגויות עקב נוכחות אוויר במד.

נוכחות נפחי אוויר גדולים במערכת תורמים להיווצרות קורוזיה בקווים מתכתיים.

פרק - 2 יתרונות שסתומי האוויר וסוגיהם

יתרונות השימוש בשסתומי האוויר

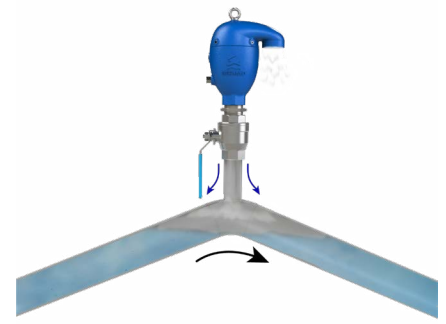
תרחיש	פעולת שסתום האוויר	יתרונות
מילוי קו	שחרור אוויר	שיפור יעילות המערכת וקיצור זמן המילוי הקש על הלינק לצפייה באנימציה
ריקון או פיצוץ קו	הכנסת אוויר	הגנה מהיווצרות תנאי ואקום וקריסת הצינור הקש על הלינק לצפייה באנימציה
פעולה תחת לחץ	שחרור אוויר (כיסוי אוויר כלואים)	שיפור יעילות המערכת, חיסכון באנרגיה ובעלויות השאיבה
	שחרור אוויר (בועות אוויר)	מניעת קריאה שגויה של מדי מים מניעת תקלות בפעולת מגופי וויסות ומסננים
הלם מים	הכנסת אוויר, שחרור אוויר	הגנה מהיווצרות תנאי ואקום שחרור אוויר מבוקר ובטוח הקש על הלינק לצפייה באנימציה



איור 2.3 שחרור אוויר
(הוצאה קינטית)



איור 2.2 שחרור כיסי אוויר כלואים
(הוצאה אוטומטית)



איור 2.1 הכנסת אוויר

סוגי שסתומי אוויר

קיימים שלושה סוגים עיקריים של שסתומי אוויר:

■ שסתום אוויר אוטומטי:

השסתום משחרר כיסי אוויר כלואים בעת פעולה תחת לחץ של המערכת. לשסתום נחיר קטן יחיד - "הנחיר האוטומטי", אשר בקטרים שבין 1-5 מ"מ.

■ שסתום אוויר קינטי:

השסתום משחרר אוויר בעת מילוי הקווים ומאפשר הכנסת אוויר פנימה בעת ריקון המערכת ובתרחישי וואקום נוספים. לשסתום נחיר גדול יחיד - "הנחיר הקינטי", בקטרים שבין 25-250 מ"מ. שסתום אוויר קינטי המוגבל אך ורק להכנסת אוויר ידוע גם כ-"שובר וואקום".

■ שסתום אוויר משולב:

שסתום זה משלב את תכונותיהם של שסתומי האוויר האוטומטי והקינטי. השסתום משחרר אוויר בעת מילוי הצנרת, מאפשר שחרור אוויר כשהמערכת תחת לחץ ומכניס כמות גדולה של אוויר בעת ריקון הצנרת או כאשר נוצרים תנאי וואקום. לשסתום המשולב שני נחירים - אוטומטי וקינטי. [הקש על הלינק לצפייה באנימציה](#).

שסתומי אוויר מאופיינים גם בהתאם לסוג הנוזל.

■ שסתומי אוויר למים נקיים:

מיועדים לשימוש במערכות מי שתיה, מי השקיה, מים מושבים, מי קולחין ומים ממוחזרים.

■ שסתומי אוויר למים לא נקיים:

מיועדים לשימוש במים לא נקיים, לדוגמה: ביוב עירוני ומערכות מים במכרות וביישומים תעשייתיים. השסתומים פועלים בצורה דומה לשסתומים המיועדים למים נקיים אולם נבדלים מהם בגוף מאורך ובמכלולים פנימיים המפרידים בין המים ובין מנגנון השסתום.

תכונות נוספות של שסתומי אוויר

- **הגנה מהלם - SP (מניעת טריקה):**
מתוכננים לסגירה חלקית של הנחיר הקינטי בעת שחרור האוויר. מונעים את סגירת השסתום בטריקה. בעת מילוי קווים או בעת הפרדת עמודת מים (הלם מים).
מנגנון ההגנה מהלם מבטיח פעולה חלקה ומניעת נזק לשסתום האוויר או למערכת. [הקש על הלינק לצפייה באנימציה.](#)
- **מנגנון סגירה איטית - AC:**
מנגנון זה דומה למנגנון ההגנה מהלם המים (SP), אך במקרה זה דיסק ה-SP מוחזק כלפי מעלה בסיוע קפיץ, כך שללא תלות בלחץ הקו, זרימת האוויר החוצה נעשית אך ורק דרך דיסק ה-SP.
- **מניעת זרימה פנימה - IP:**
מנגנון זה מונע זרימת אוויר אטמוספרי פנימה, העלולה לגרום ל: נזק למשאבות, אי שמירה על קו מלא ביניקה של משאבות, לפגיעה בזרימה בסיפון ומניעת זרימת מים לא נקיים לתוך מערכות מי שתייה.



איור 2.6 - שסתום אוויר משולב בתוספת מנגנון מניעת זרימת אוויר פנימה (IP).



איור 2.5 - שסתום אוויר משולב בתוספת מנגנון סגירה איטית (AC).

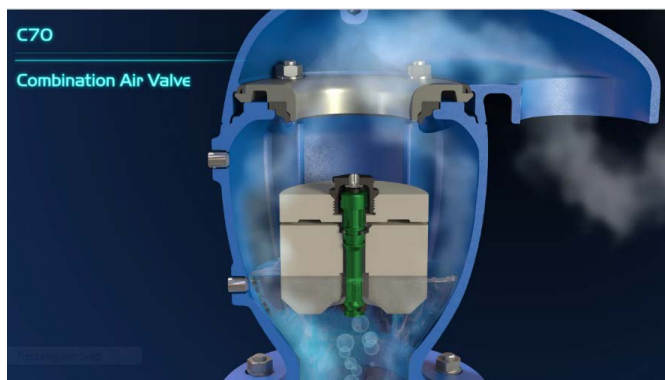


איור 2.4 - שסתום אוויר משולב בתוספת מנגנון ההגנה מהלם (SP).

פרק 3 - עקרונות הפעולה של שסתומי אוויר

מילוי קו

בתהליך מילוי הצנרת, נפח גדול של אוויר נדחף החוצה דרך הנחיר הקינטי של השסתום. בשעה שמים נכנסים לגוף השסתום, המצוץ נע כלפי מעלה וגורם לסגירת הנחיר הקינטי.



איור 1.3 - שחרור אוויר בעת מילוי קו בשסתום C70
[הקש על הלינק לצפייה בעקרונות הפעולה של שסתום ה-C70](#)

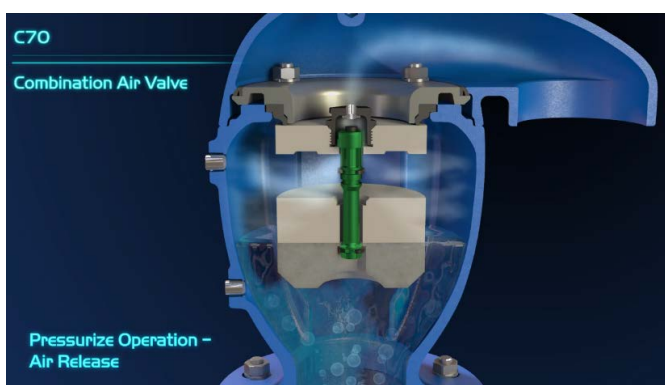
פעולה תחת לחץ (Steady State)

בשעה שהמערכת פועלת תחת לחץ, בועות אוויר מצטברות בחלקו העליון של גוף שסתום האוויר וגורמות למצוץ לשקוע כלפי מטה. מצב זה גורם לנחיר האוטומטי לשחרר את האוויר הצבור. כששחרור האוויר מסתיים, המצוץ נע כלפי מעלה והנחיר האוטומטי נסגר.



איור 2.3 שחרור אוויר אוטומטי בשסתום C50
[הקש על הלינק לצפייה בעקרונות הפעולה של שסתום C50](#)

בשסתומי האוויר מהדגמים C70 ו-C75 הנחיר האוטומטי נפתח בתהליך דו שלבי ויוצר מרווח אוויר בין פני המים והנחיר האוטומטי, ורק אחר כך משחרר את האוויר הכלוא תוך הקטנת אפקט הרסס. עם סיום שחרור האוויר פני המים עולים, המצוץ נע כלפי מעלה וסוגר את הנחיר האוטומטי.



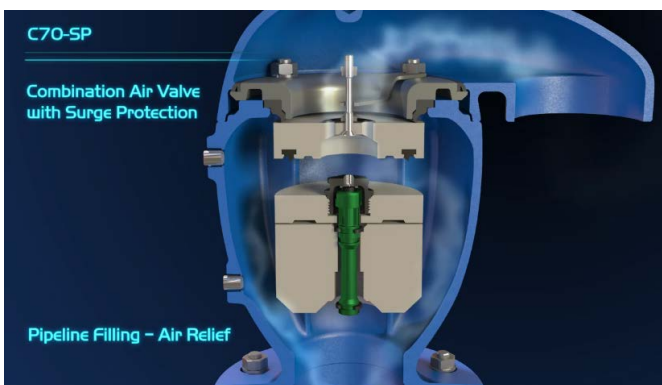
איור 3.3 שחרור אוויר בפעולה דו שלבית בשסתום C70
[הקש על הלינק לצפייה בעקרונות הפעולה של שסתום ה-C70](#)



איור 3.4 הכנסת אוויר בעת היווצרות תנאי וואקום בשסתום C30
[הקש על הלינק לצפייה בעקרונות הפעולה של שסתום C30](#)

תנאי וואקום (פיצוץ / ריקון קו, הלם מים שלילי)

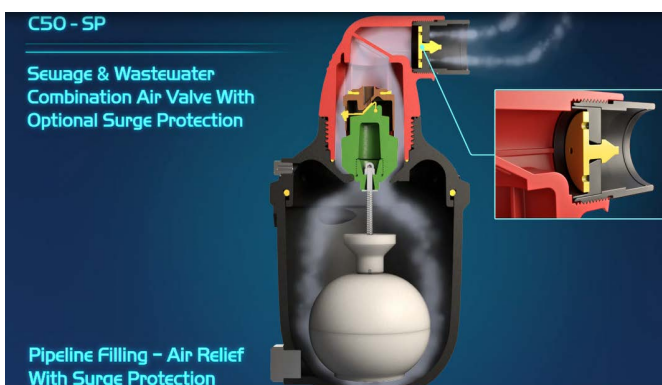
בכל עת שהצנרת מתרוקנת, כדוגמא בעקבות פיצוץ, קיים חשש להיווצרות לחץ שלילי (וואקום). בתרחיש זה הנחיר הקינטי נפתח ומזרים כמות גדולה של אוויר אטמוספרי אל תוך המערכת ומונע בכך את היווצרות תנאי הוואקום.



איור 3.5 שחרור אוויר עם מנגנון הגנה מהלם (SP) בשסתום C70
[הקש על הלינק לצפייה בעקרונות הפעולה של שסתום C70](#)

מנגנון הגנה מהלם (מונע טריקה)

במצב בו מהירות הזרימה בעת מילוי הקו גבוהה מהמקובל, או בעת הלם מים, דיסק מנגנון ההגנה מהלם מים (SP) מתרומם (כשלחץ שחרור האוויר הוא בסביבות 0.05 בר) וסוגר חלקית את נחיר השסתום. עמוד המים המתקרב מאט כתוצאה מהתנגדות הנוצרת בשסתום ובצנרת, ובכך נמנעת טריקת השסתום.



איור 3.6 - שחרור אוויר בשסתום C50
 עם מנגנון הגנה מהלם (SP) המבוסס על אטם

שסתומי האוויר של ברמד מהדגמים C70 ו-C75 מאפשרים גם מנגנון סגירה איטית (AC) הדומה למנגנון מניעת הלם (SP), אולם במקרה זה הדיסק נעול כלפי מעלה אל הנחיר הקינטי באמצעות קפיץ. זאת אומרת שהנחיר הקינטי תמיד נמצא במצב סגור חלקית.

מנגנון מניעת זרימת אוויר פנימה

מנגנון מניעת זרימת אוויר פנימה כולל מכלול חד כיווני המותקן בחלקו העליון של הנחיר הקינטי (דגמים C70, C75) או מוברג על יציאת השסתום (דגמים C10, C30, ו-C50), וזאת למניעת כניסת אוויר אטמוספרי אל המערכת.



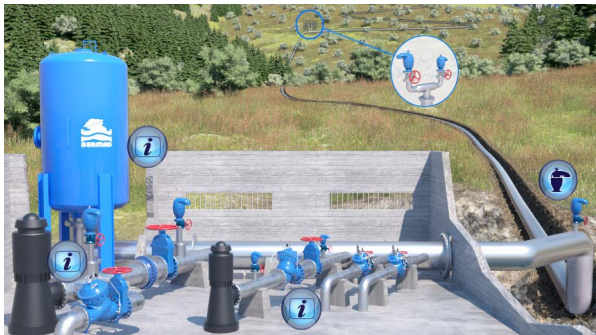
איור 3.8 שסתום C30 עם
 מנגנון מניעת זרימה פנימה



איור 3.7 שסתום C70 עם
 מנגנון מניעת זרימה פנימה

פרק 4 - יישומים אופייניים

הולכת מים



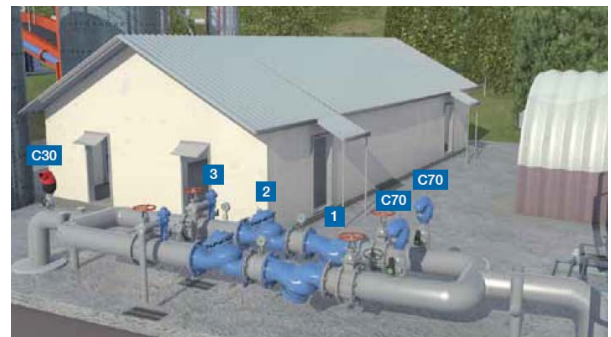
איור 4.2 - תחנת שאיבה



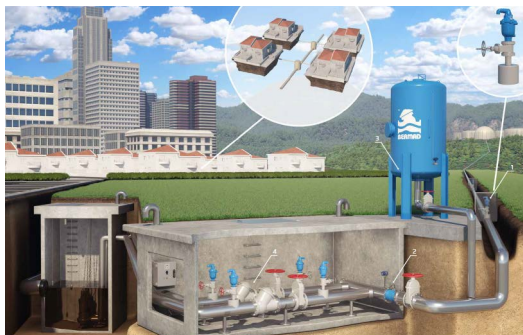
איור 4.1 תחנת שאיבה



איור 4.4 - מאגר מים



איור 4.3 - מערכת הקטנת לחץ עם יתירות מלאה



איור 4.6 - מערכת ביוב עירוני



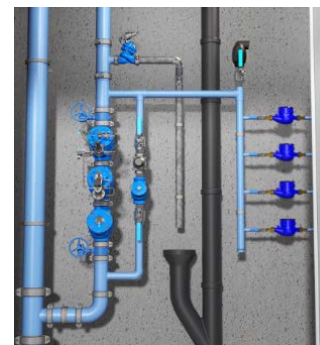
איור 4.5 - מגדל מים

מידע נוסף על יישומי שסתומי אוויר בסביבה עירונית וסרטונים נוספים נמצאים באתר Bermad City Center בלינק: <https://go.bermad.com/citycenter-0>

מבנים



איור 4.8 - תחנת הקטנת לחץ קומתית



איור 4.7 - תחנת הקטנת לחץ קומתית

מידע נוסף על יישומי שסתומי אוויר במבנים וסרטונים נוספים נמצאים באתר Bermad City Center בלינק: <https://go.bermad.com/citycenter>

פרק 5 - מיקום שסתומי אוויר

בקרת אוויר נכונה הינה גורם חיוני בתכנון מערכות מים. מיקום וקוטר מתאימים של שסתומי אוויר הינם קריטיים למניעת הלמי מים והפסדי עומד, להשגת יעילות אופטימלית והארכת משך חיי המערכת.

לאורך הקו

1. נקודות גבוהות ← שסתום אוויר משולב

בנקודות גבוהות, יש צורך בשסתום אוויר משולב עבור:

- הוצאת אוויר בעת מילוי הקו
- הכנסת אוויר למניעת מצבי וואקום בעת ריקון הקו
- שחרור כיסי אוויר כלואים כאשר המערכת פועלת תחת לחץ



איור 5.1 נקודה גבוהה

2. נקודות גבוהות בהן הלחץ נמוך ← שסתום אוויר משולב עם מנגנון הגנה מהלם

אותם שיקולים כמו בכל נקודה גבוהה אחרת, אך עם תוספת של מנגנון הגנה מהלם (SP) כדי למנוע את טריקת שסתום האוויר בעת מילוי הקו או בכל תרחיש העלול להביא להפרדת עמודת מים.

3. בנקודות בהן שיפוע המדרון היורד של הקו מתגבר, או בנקודות בהן השיפוע העולה של הקו מתמתן ← שסתום אוויר משולב

נקודות בהן שיפוע המדרון היורד של הקו מתגבר, או בנקודות בהן השיפוע העולה של הקו מתמתן שסתום האוויר המשולב נדרש:

- לשחרר כיסי אוויר כלואים כאשר המערכת פועלת תחת לחץ (בועות אוויר עלולות להיווצר עקב הפסד עומד לאורך הקו).
- לאפשר הכנסת אוויר פנימה בכדי למנוע הפרדת עמודת מים בתרחישי זרימות מעבר (מילוי/ריקון קו, התנעת/כיבוי משאבות, סגירת/פתיחת ברזים ועוד).



איור 5.3 - שיפוע עולה מתמתן

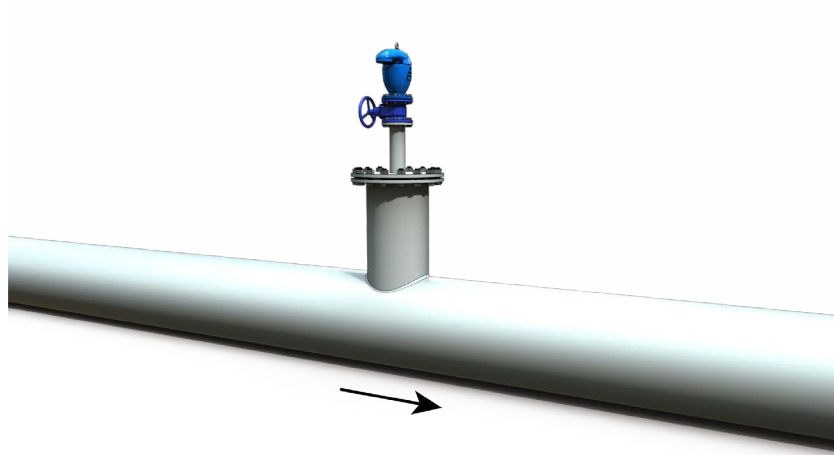


איור 5.2 - שיפוע יורד מתגבר

4. לאורך הקו ← שסתום אוויר משולב או אוטומטי

לאורך קטעים אופקיים או בשיפוע עולה של הצינור, שסתומי אוויר משולבים נדרשים להוצאת אוויר במילוי, לאפשר הכנסת אוויר במצב וואקום ושחרור של כיסי אוויר כלואים בעת פעולה תחת לחץ.

לאורך קטעי צינור בשיפוע יורד, שסתומי אוויר אוטומטיים נדרשים לשחרר כיסי אוויר כלואים במצב עבודה יציבה (State Steady). המרחק המרבי בין שסתומי האוויר צריך להיות בין 400 ל- 800 מטרים.

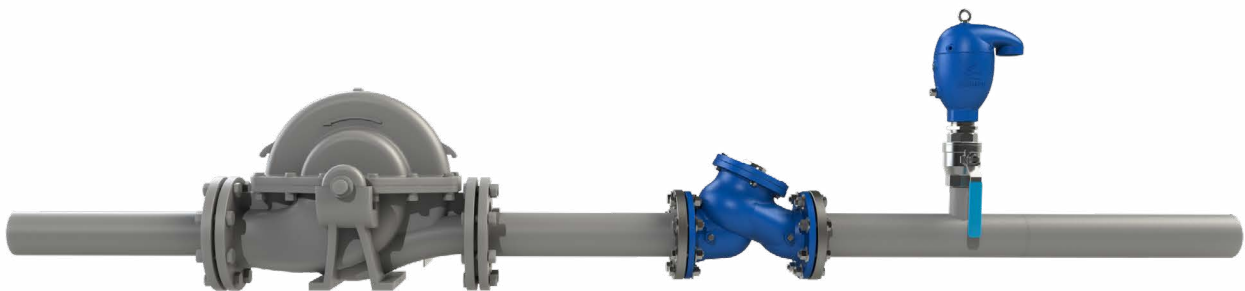


איור 5.4 - לאורך צנרת אופקית

נקודות נוספות במערכת

5. תחנות שאיבה ← שסתום אוויר משולב עם מנגנון הגנה מהלם

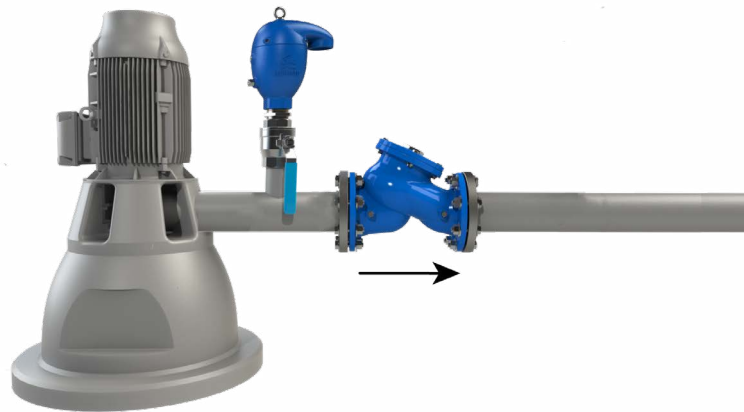
בקו הסניקה של המשאבה, במורד אחרי האל-חוזר, נדרש שסתום אוויר משולב עם מנגנון הגנה מהלם (SP) המגן מפני הפרדת עמודת מים ותנאי וואקום בעת התנעת המשאבה או בהפסקה פתאומית של פעולתה עקב הפסקת חשמל.



איור 5.5 - תחנת שאיבה במורד האל חוזר

6. משאבת קידוח

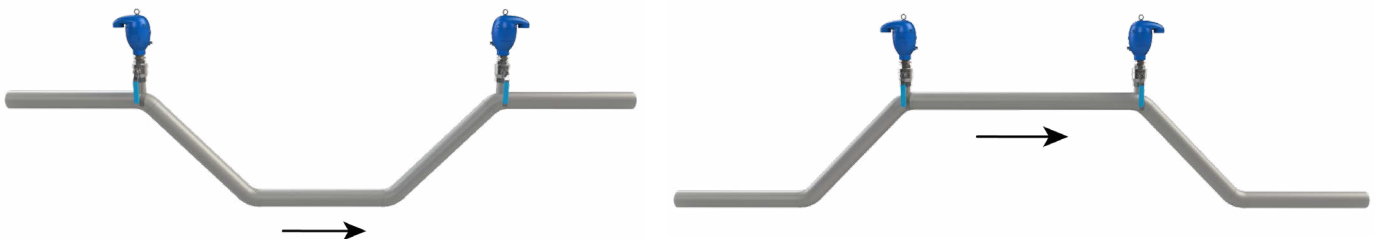
בשאיבה מקידוח, בין המשאבה לאל-חוזר, שסתום אוויר משולב עם מנגנון הגנה מהלם (SP) נדרש בכדי למנוע היווצרות תנאי וואקום בעת כיבוי המשאבה ולאפשר ניקוז מבוקר של אוויר מהקו בעת התנעת המשאבה.



איור 5.6 - בין משאבת הקידוח לאל-חוזר

7. במעבר כביש, נהר או תעלה ← שסתום אוויר אוטומטי

במעברי כביש, נהר או תעלה בעלי שינויים בשיפוע הקו, שסתומי אוויר אוטומטיים נדרשים על מנת לשחרר בועות אוויר ובכך למנוע הצטברות כיסי אוויר בנקודות אלו.



איור 5.7 - מעבר כביש, נהר או תעלה

8. מדי מים ← שסתום אוויר אוטומטי

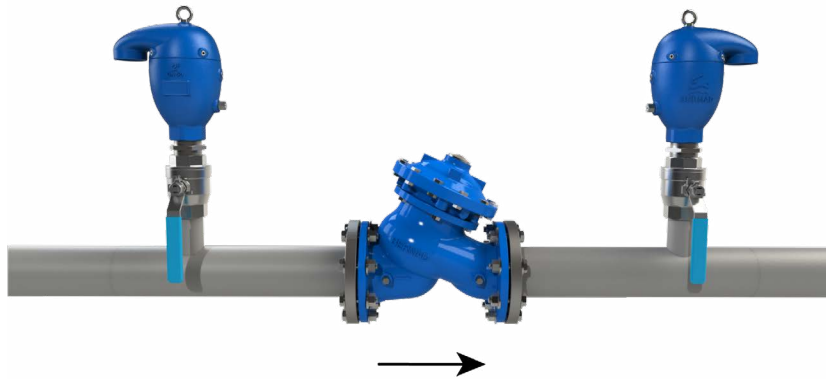
שסתום אוויר אוטומטי נדרש במעלה מד מים בכדי לשחרר בועות אוויר העלולות לפגוע בדיוק מדידת הספיקה.



איור 8.5 - במעלה הזרם של מד מים

9. מגוף ויסות לחץ/ספיקה

הקטנת לחץ גורמת לשחרור בועות אוויר ביציאה מאביזר המווסת, לדוגמא מגוף בקרה מקטין לחץ וכדומה. בנוסף, הגעת בועות אוויר אל מגוף בקרה הידראולי עלולה לפגוע בפעולתו התקינה, לכן יש לשקול התקנת שסתום אוויר גם במעלה מגוף הוויסות.



איור 5.9 - במעלה ובמורד מגופי וויסות

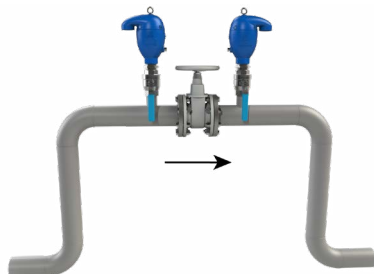
10. מגופי ניתוק ← שסתום אוויר משולב או קינטי

שסתומי אוויר משולבים או קינטיים נדרשים על מנת למנוע היווצרות תנאי וואקום וקריסת צנרת בשעה שמגופי ניתוק המותקנים בשיפוע יורד או עולה, נסגרים.

בשיפוע יורד יש להתקין את שסתום האוויר במורד מגוף הניתוק/הבקרה.

בשיפוע עולה יש להתקין את שסתום האוויר במעלה מגוף הניתוק/הבקרה.

בהתקנה מעל לקרקע יש להתקין שסתומי אוויר הן במעלה והן במורד מגוף הניתוק.



איור 5.11 - מגוף ניתוק מעל פני הקרקע



איור 5.10 - מגופי ניתוק בשיפוע עולה או יורד

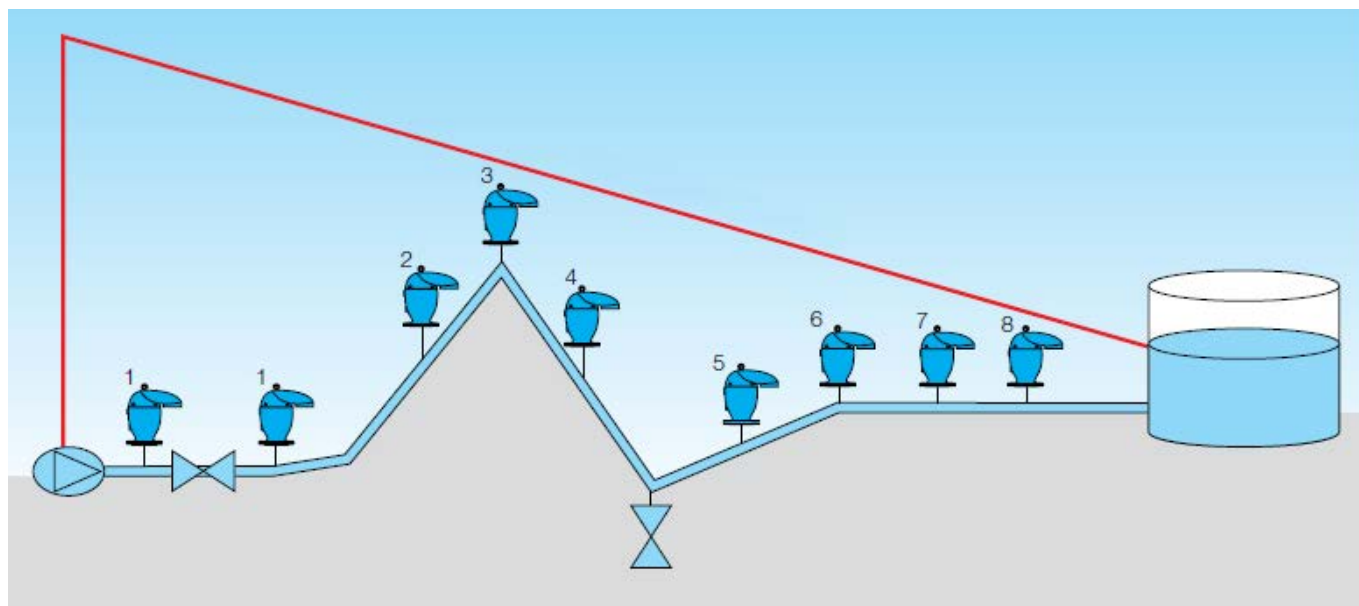
11. בנקודות בהן מותקן אוריפיס או היצרות ← שסתום אוויר משולב או אוטומטי

שסתום אוויר משולב או אוטומטי נדרש במורד נקודה בקו בה מותקן אוריפיס/ היצרות אשר נועד להקטין קוויטציה, רעש וויברציות.



איור 5.12 - אוריפיס או היצרות

לסיכום



איור 5.13 - מיקומים לאורך הצינור

מקרא

- תחנת שאיבה - נקודות מספר 1 - שסתום אוויר משולב עם SP
- נקודות גבוהות בהן הלחץ נמוך - נקודה מספר 3 - שסתום אוויר משולב עם SP
- שיפוע עולה מתמתן - נקודה מספר 6 - שסתום אוויר משולב
- קטעי קו ארוכים - נקודות 8,7,5,4,2 - שסתום אוויר משולב או אוטומטי

פרק 6 - עקרונות לקביעת קוטר שסתומי אוויר

בכדי לייעל את בקרת האוויר, חשוב לבחור את הגודל המתאים של הנחיר הקינטי והנחיר האוטומטי עבור כל שסתום אוויר במערכת ולאורך הצנרת.

1) קביעת קוטר הנחיר הקינטי עבור מילוי קו (הוצאת אוויר)

המטרה הראשונה הינה לאפשר מילוי יעיל של הצינור ע"י שחרור אוויר מהמערכת בקצב המתאים. ספיקת האוויר של הנחירים הקינטיים לאורך הצינור מחושבת על פי הנוסחה הבאה:

$$Q_{air} = A \times V_{filling}$$

- Q_{air} - ספיקת האוויר הנדרשת (m^3/hr)
- A - שטח חתך הצינור (m^2)
- v - מהירות המילוי (m/s)

שסתום האוויר הנבחר צריך לשחרר את ספיקת האוויר הנדרשת בלחץ של 0.2 בר. בכדי להבטיח מילוי מבוקר ובטוח של הצינור מומלץ שהמילוי לא יעבור מהירות זרימה של 0.3 מטר בשניה. בספיקת מילוי גבוהה יותר או לא ידועה, מומלץ לבחור שסתום אוויר הכולל מנגנון הגנה מהלם.

2) קביעת קוטר הנחיר הקינטי עבור פיצוץ הצנרת או ניקוז (הכנסת אוויר פנימה)

המטרה החשובה הבאה הינה מניעת היווצרות תנאי וואקום לאורך הצנרת בתרחיש ניקוז המערכת, כתוצאה מפיצוץ או ניקוז לצרכי תחזוקה.

2.1) פיצוץ בצינור

המתודולוגיה דורשת את הגדרת הפרמטרים של אירוע הכשל, הנדרשים לצורך חישוב ספיקת האוויר שיש להכניס פנימה בכל נקודה על מנת למנוע היווצרות תנאי וואקום.

ספיקת האוויר הנדרשת להכנסה פנימה מחושבת על פי אחת מהנוסחאות הבאות:

א. פיצוץ נוסחה א' (זרימה דרך אוריפיס)

$$Q_{air} = 0.6A\sqrt{2g\Delta h}$$

- Q_{air} - ספיקת האוויר הנדרשת (m^3/hr)
- A - שטח חתך הצינור (m^2)
- Δh - הפרש הגבהים בין נקודת הפיצוץ בצינור ובין מיקומו של שסתום האוויר (m)

ב. פיצוץ נוסחה ב' (היזן ווילאמס)

$$Q_{air} = 1.292 \times 10^{-5} \times C \times D^{2.63} \times \frac{\Delta h^{0.54}}{L}$$

- Q_{air} - ספיקת האוויר הנדרשת (m^3/hr)
- C - מקדם חלקות היזן ווילאמס
- D - קוטר הצינור (mm)
- S - שיפוע הצינור (m/m)

2.2 ניקוז הצינור

חישוב זה מתייחס לספיקת האוויר הנדרשת להכנסה דרך הנחיר הקינטי בשעה שהצינור מתרוקן בצורה מבוקרת, תוך התחשבות בגודל מגופי הריקון ומיקומם לאורך הצינור.
ספיקת האוויר הנדרשת מחושבת לפי הנוסחה הבאה:

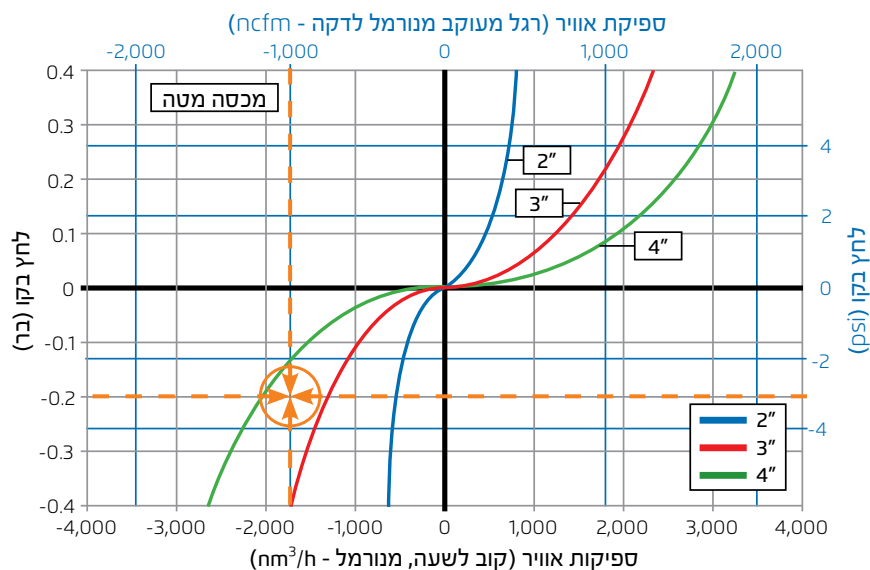
$$Q_{air} = 0.6A\sqrt{2g\Delta h}$$

- Q_{air} - ספיקת האוויר הנדרשת (m^3/hr)
- A - שטח חתך מגוף הריקון (m^2)
- Δh - הפרש הגבהים בין מגוף הריקון ובין שסתום האוויר (m)

בחירת גודל שסתום האוויר (מבוססת על חישוב ספיקת האוויר הנדרשת)

שסתום האוויר שנבחר יהיה זה שיבטיח את ספיקת האוויר הנדרשת, בהתאם לחישובים שלעיל, ובלחץ קו שלילי שאינו נמוך מלחץ הקריסה של הצינור.

לחץ הקריסה מציין את הלחץ השלילי שיגרום לכשל של הצינור. ערך זה מוגדר ע"י יצרן והינו תלוי בחומר הצינור ודרג הלחץ. למשל, צינורות מתכת קשיחים כגון מיצקת ספריאודלית או פלדה יכולים לעמוד בלחץ שלילי גבוה יותר מאשר צינורות רגילים יותר כגון PVC/PE/GRP. דוגמא - אם ספיקת האוויר פנימה הנדרשת הינה $-1,750 m^3/hr$ ב $-0.2 bar$, אזי שסתום אוויר בעל כניסה של $4"$; $4N100$ יהיה הבחירה הנכונה. מנגד, שסתום אוויר בקוטר $3"$; $4N80$ אינו יכול לספק את ספיקת האוויר שהוגדרה בלחץ הדרוש בכדי למנוע קריסה של הצינור.



גרף 6.1 - בחירת הגודל של הנחיר הקינטי לצורך ניקוז הקו

ספיקה בפועל של שסתום אוויר, כאשר הוא נבדק במבדקה ייעודית ומאשרת למדידת ספיקות אוויר, עשוי להיות נמוך בכחמישים אחוז בהשוואה לספיקת האוויר המחושבת על בסיס נוסחה תיאורטית.

חשוב לתכנן ולאפיין רק שסתומי אוויר שנבדקו במבדקה ייעודית למדידת ספיקות אוויר ובעלת אישורי תקינה EN-1074/4 או AS4956.

(3) בחירת גודל הנחיר האוטומטי (שחרור אוויר)

במצב עבודה יציב, תחת לחץ של 1 בר ובטמפרטורה של 25 מעלות צלזיוס, מים מכילים כשני אחוז של אוויר מומס. על פי חוק הנרי, כמות האוויר המומס הינה ביחס ישר ללחץ. ככל שהלחץ גבוה יותר כך המים מכילים כמות גדולה יותר של אוויר מומס ולהפך. לכן, בנקודות בהן הלחץ יורד (בנקודות גבוהות ובתנאים אחרים כפי המתואר בפרק 5) נוצרות בועות אוויר. בגישה שמרנית יש לאפשר לכל שסתום אוויר אוטומטי לאורך הצינור לשחרר את אותם שני האחוז של ספיקת האוויר. אולם, גישה זו דורשת יחידות עודפות של שסתומי אוויר, במיוחד בצינורות גדולי קוטר. לפיכך, כל עוד קוטר הנחיר האוטומטי גדול מ- 1 מילימטר, שסתום האוויר ישחרר ביעילות את נפח האוויר הכלוא לאורך הצינור, בין אם מדובר על צינור גדול קוטר או קטן קוטר. על כן, לא נדרש לתכנן את קוטר שסתום האוויר האוטומטי לכל מיקום נתון. עם זאת המתכנן חייב להבטיח את קיומם של שסתומי אוויר אוטומטיים בכל נקודה נדרשת בהתאם להנחיות שניתנו בפרק 3.

פרק 7 - BERMAD AIR תוכנה לקביעת גודל ומיקום של שסתומי אוויר

מבוא

תכנון נכון של ניהול האוויר הינו גורם חשוב בתכנון מערכות מים. קביעת הגודל והמיקום של שסתומי האוויר הינם קריטיים למניעת הלמי מים והפסדי עומד, תוך השגת יעילות מיטבית והארכת משך חיי המערכת.

בחירת שסתומי האוויר הנכונים הינה משימה מורכבת, גוזלת זמן, הדורשת מהמתכנן להתחשב במספר גדול של פרמטרים. זאת תוך חובתו להתאים את עלויות המערכת למסגרת התקציב של הפרויקט.

בחירה מושכלת של שסתומי אוויר

תוכנת BERMAD AIR היא כלי תכנון מתקדם שנועד לסייע למתכנן מערכות המים לבחור את שסתומי האוויר המתאימים ביותר לצורך ניהול אוויר מיטבי בצנרת וברשתות מים תוך הפחתת עלויות הפרויקט.

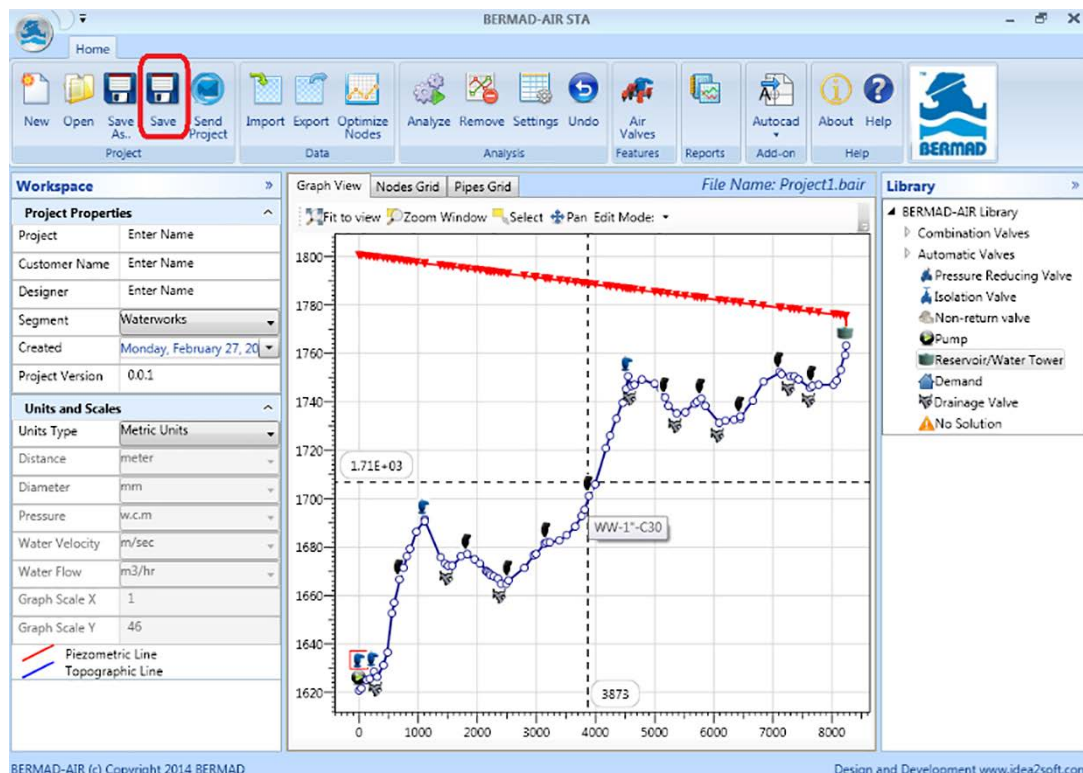
BERMAD AIR הינה כלי הנדסי הכולל אלגוריתם המבוסס על שיטות מקובלות לקביעת גודל שסתומי אוויר כדוגמת השיטות המופיעות בחוברת ארגון עובדי המים האמריקאי AWWA-M51. התוכנה מאפשרת לכל מתכנן מערכות מים להגיע להחלטה מושכלת לגבי בחירת שסתומי אוויר, תוך בחינת תרחישי "What if" שונים.

המודלים בתוכנת BERMAD AIR הינם שימושיים במיוחד בעת תכנון קווי הולכת מים ארוכים, במערכות מאגר/משאבה או במערכות גרביטציוניות. השימוש בתוכנת BERMAD AIR מאפשר להשיג את המטרות הבאות:

- הגנה מפני היווצרות תנאי וואקום וקריסת צנרת כתוצאה מניקוז הקו או פיצוץ.
- מילוי מבוקר ובטוח של הצנרת במסגרת זמן סבירה.
- שיפור יעילות המערכת כשהיא פועלת תחת לחץ.
- הגנה משופרת מפני הלמי מים.
- הקטנת עלויות רכישת שסתומי האוויר.

הרשמה

תוכנת BERMAD AIR זמינה למתכנני מערכות מים ללא עלות, זוהי תוכנה שניתן להוריד ולהפעיל בכל מחשב אישי. [לחץ על הלינק](#) לרישום ולהורדת תוכנת BERMAD AIR.



איור 7.1 ממשק המשתמש של תוכנת BERMAD AIR

תרחישים לניתוח

בהתבסס על נתוני הפרויקט, BERMAD AIR מנתחת את ספיקת האוויר הנדרשת בתרחישים שונים:

- מילוי קו
 - פיצוץ קו
 - ניקוז קו
 - מרחק מירבי בין נקודות התקנה
 - הפרדת עמודת מים
 - מהירות זרימה קריטית
- על פי תוצאות הניתוח והנתונים אותם מספק מתכנן המערכת, התוכנה בוחרת באופן אוטומטי את מאפייני שסתומי האוויר (כולל מספר היחידות, חומרי המבנה, הקוטר, סוג חיבורי הקצה, הציפוי, סוג היציאה וכדומה) עבור הפתרון המומלץ ואף מספקת את המספרים הקטלוגים עבור כל דגם ודגם.

מאפיינים עיקריים תוכנת BERMAD AIR

- **נתוני אמת של הוצאה והכנסת אוויר**
כדי להבטיח תכנון אופטימלי, בחירת שסתום האוויר מבוססת על מדידות ספיקת אוויר בפועל עבור כל דגם וקוטר. נתוני השסתומים בהם עושה התוכנה שימוש נבדקו במבדקת האוויר של ברמד, הפועלת בהתאם לתקנים AS4956-I EN-1074/4, והם מייצגים את הביצועים הממשיים והאמיתיים של השסתומים ולא התיאורטיים. בכך ניתן להוריד את עלויות הרכש, ונמנעת רכישת שסתומים מיותרים או גדולים מידי.
- **טעינת נתונים** - המשתמש יכול להזין את הנתונים בעצמו או לטעון מתוכנות Excel MS IX AutoCad
- **מניעת טעויות הנובעות מחישובי טופוגרפיה לא מדויקים**
נקודות גבוהות לאורך הצינור הינן מיקומיים קריטיים בניתוח המערכת. כ- 80% משסתומי האוויר במערכות מים מותקנים בנקודות הגבוהות לאורך הצנרת. לכן הגדרה נכונה ומדויקת של הנקודות הגבוהות הינה קריטית לשיפור וייעול התפקוד של המערכת.
- **אביזרים נוספים במערכת**
תוכנת BERMAD AIR מאפשרת חישוב בשילוב מגופי בקרה מקטיני לחץ, מגופי ניקוז ויציאות לצרכנים וספיקת האוויר הנדרשת בהן.
- **תצוגה גרפית וממשק להפקת דוחות הכולל:**
 - נתוני המערכת
 - סוגי הניתוחים והפרמטרים שנלקחו בחשבון
 - רשימה של דגמי שסתומי האוויר שנבחרו ומאפייניהם
 - תצוגה גרפית של מיקומי השסתומים בכל נקודה
- דוחות הכוללים כתב כמויות וניתנים להורדה כקבצי PDF או אקסל
- **תמיכה טכנית מלאה** - במידת הצורך ניתן לשלוח לברמד את נתוני הפרויקט בדאר אלקטרוני לקבלת סיוע נוסף ממהנדסי היישומים של החברה.

הערה

היות ותוכנת BERMAD AIR מבוססת על מדידת ספיקות אוויר אמיתיות של שסתומי האוויר מתוצרת ברמד, יהיה זה מסוכן ושגוי להשתמש בתוצאות תוכנת BERMAD AIR עבור שסתומי אוויר מתוצרת חברות אחרות וזאת ביחוד עקב השוני בביצועי הוצאה והכנסת האוויר.

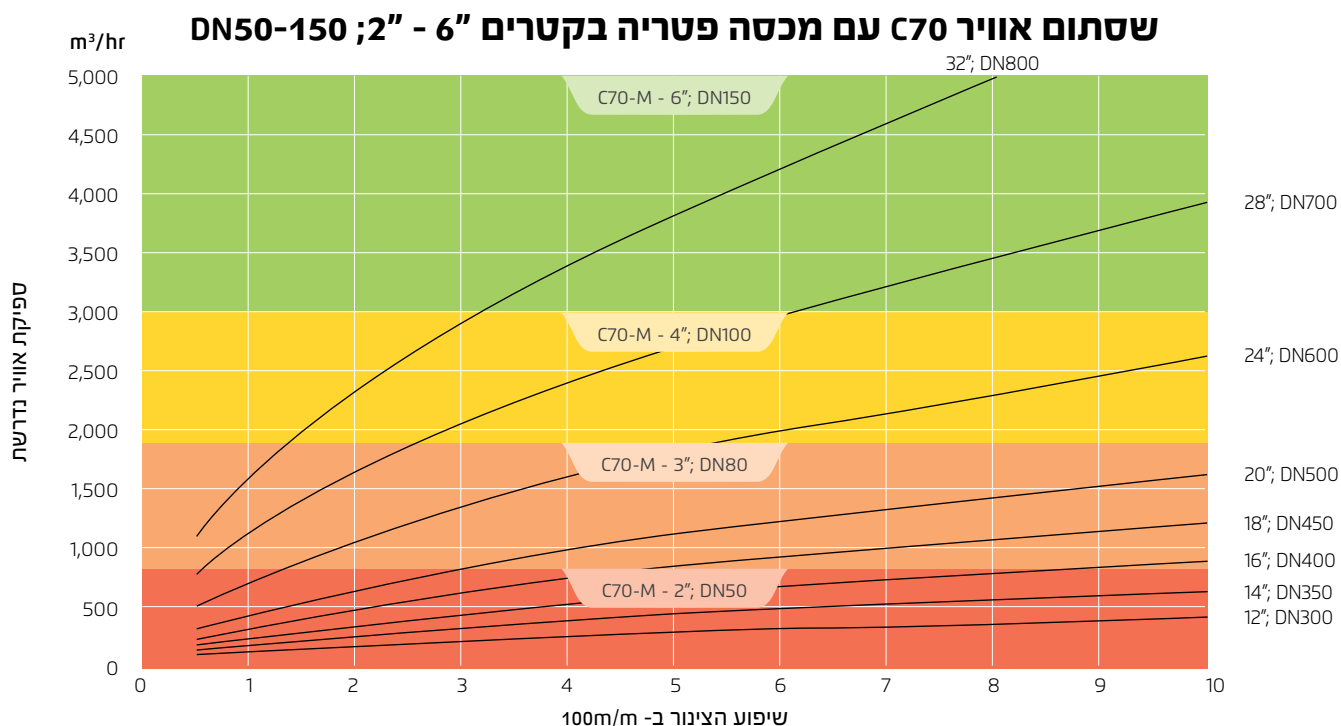
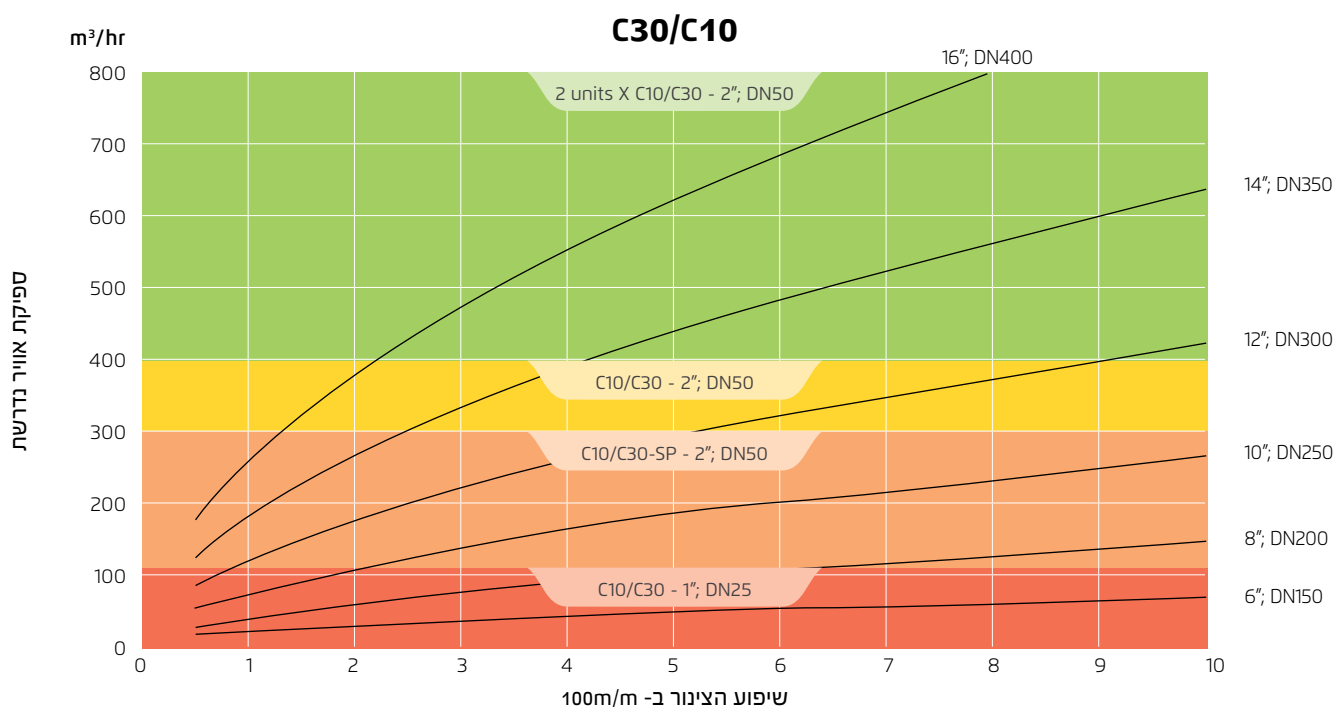
פרק 8 - גרפים להמלצה ראשונית לקביעת קוטר השסתום

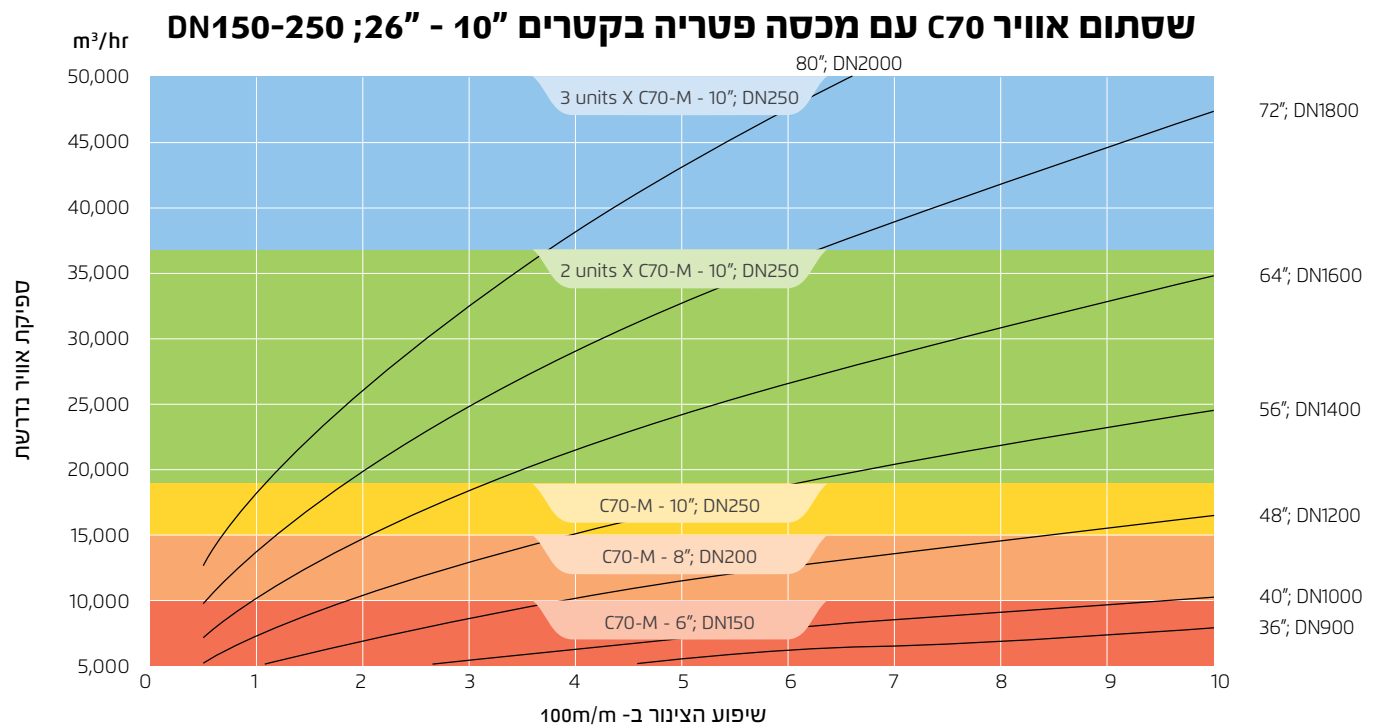
גישת הנדסת היישומים של ברמד הינה להשתמש תמיד בתוכנת Bermad Air בכדי לקבוע במדויק את הקוטר והמיקום הנדרשים של שסתומי האוויר בכל פרויקט. עם זאת, לצורך בחירה ראשונית של סדר הגודל הנדרש ניתן להשתמש בגרפים הבאים.

הגרפים הבאים לקביעת הקוטר מבוססים על שני פרמטרים: קוטר הצינור ושיפוע הקו.

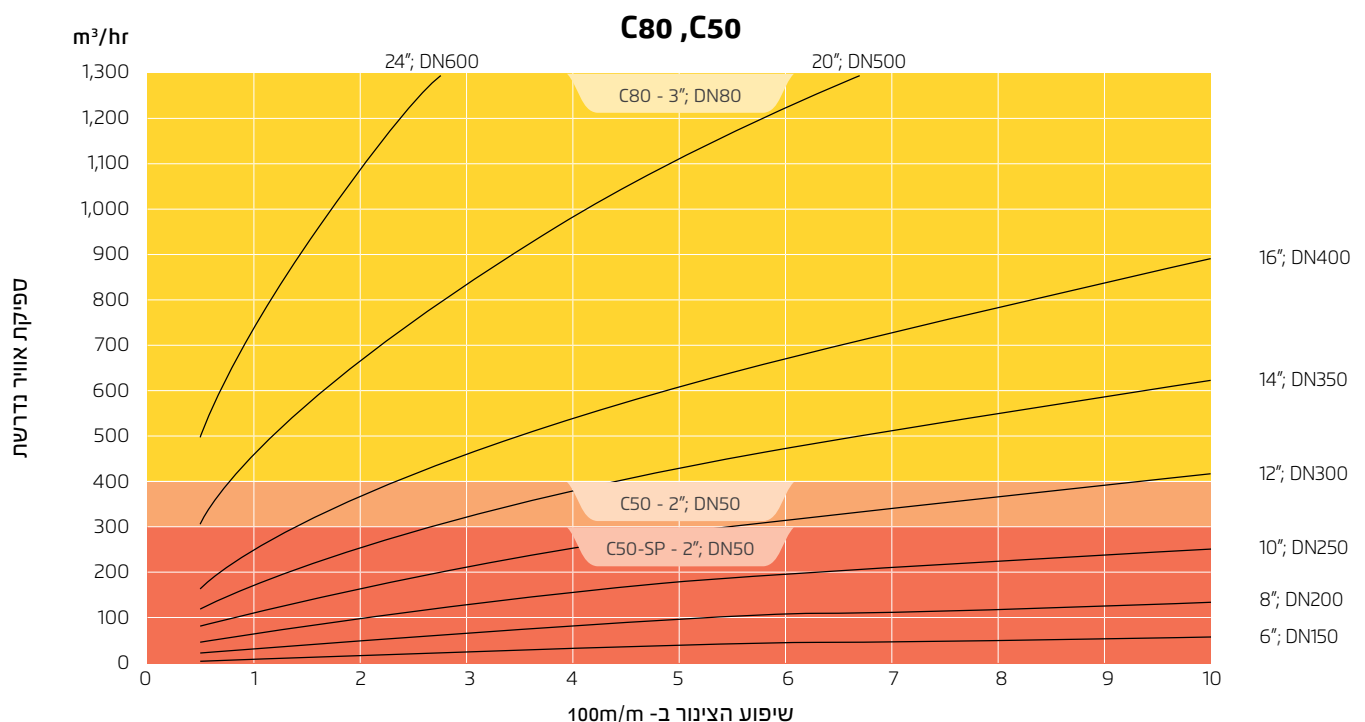
לדוגמא: עבור קו בקוטר 12" DN300 בשיפוע יורד של 7m/100m, ספיקת האוויר הנדרשת הינה 350 מ"ק"ש ולכן שסתום אוויר אחד מדגם C10/30 בקוטר כניסה של 2" DN50 יספיק.

שסתומי אוויר משולבים





שסתומי אוויר משולבים לביוב ושפכים



כתב ויתור - גרפים אלו מסופקים "כמות שהם - (as is)" וברמד (1) אינה מקבלת כל התחייבות בגין כל אבדן או נזק הנובעים משימוש כלשהו בגרפים אלו. (2) לא תישא באחריות לכל נזק או הפסד, שיגרם לצד כלשהו, הנובע מכל שימוש או הסתמכות על גרפים אלו. (3) השימוש בגרפים אינו כולל במפורש כל חבות בגין כל תביעה וחבות, ללא קשר לצורת הפעולה, בין אם על פי חוזה, עוולה, רשלנות או בכל דרך אחרת על פי חוק.

זכויות יוצרים וכל הזכויות שמורות לברמד 2021 Bermad CS Ltd.

פרק 9 - אנליזת הים

מבוא

הים מים הינה תופעה המתרחשת בעת שינויים פתאומיים במהירות הזרימה, שהשלכותיה עלולות להיות הרסניות, הן למערכת והן לסביבה. לשסתומי אוויר יש תפקיד מהותי בתרחישים של הים מים, כשהתפקיד המשמעותי ביותר הוא הכנסת אוויר המונעת או מקטינה את הים המים. בנוסף, שסתומי האוויר נדרשים בכדי למנוע הפרדת עמודת מים העלולה להחריף את הים המים. מצד שני, שחרור אוויר לא מבוקר בעת מילוי הצינור, בשל קוטר שסתום שגוי או גדול מידי, מהווה סכנה לטריקת השסתום והיווצרות הים מים משני.

שרות אנליזת הים של ברמד

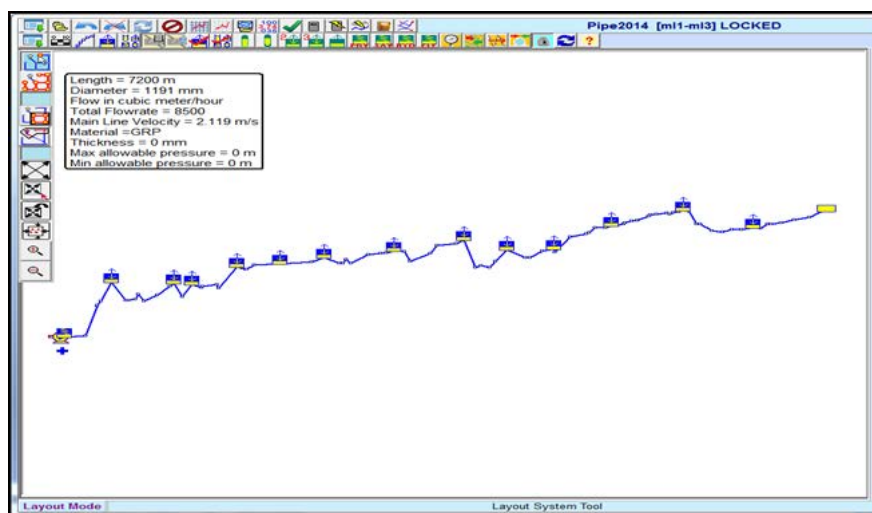
ברמד מציעה שרות אנליזת הים ללא תשלום כתמיכה במתכנני מערכות מים. המתכננים נדרשים להגיש קובץ אקסל הכולל את כל הנתונים הרלוונטיים אודות המערכת: משאבות ותחנת השאיבה, מאגרים, מאפייני הצנרת, מנח הצינור וכדומה. אנליזת הים מאפשרת למתכנן המערכת לחזות את הלחצים המינימליים והמקסימליים לאורך המערכת בתרחישים השונים כגון: כיבוי משאבה פתאומי, סגירת מגוף, שינויים מהירים בצריכה, וכדומה. תחנות שאיבה ונקודות גבוהות בהן הלחץ העבודה נמוך נמצאות בדרך כלל בסיכון גבוה לתת לחץ/תנאי וואקום.

ביצוע אנליזת הים

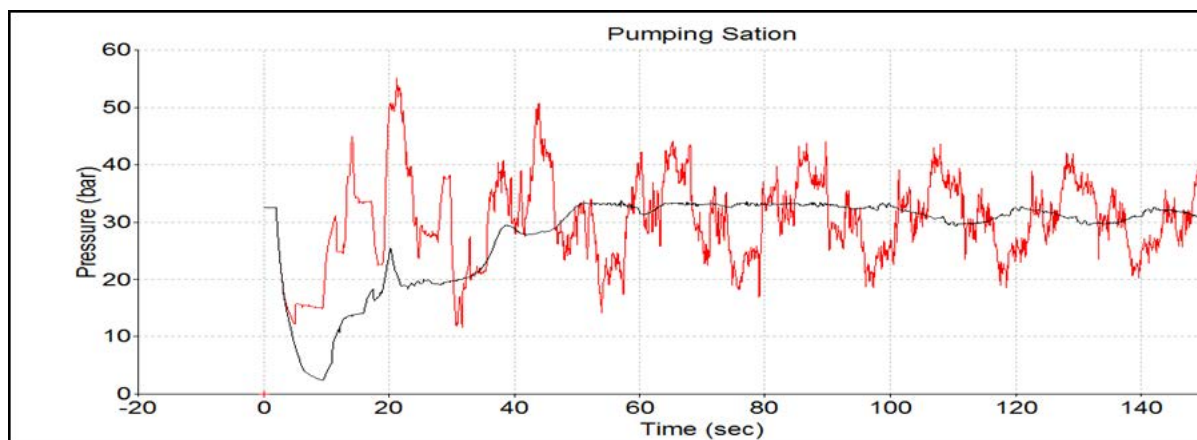
התוכנה מנתחת את ביצועי שסתומי האוויר בתרחישים שונים, ומאפשרת התאמה של מאפייני השסתום להגנה מיטבית מהים מים. התוכנה מטפלת בפרמטרים הבאים: הוצאת אוויר, הכנסת אוויר, מאפייני מנגנון הגנה מהים/מניעת טריקה (SP) ועוד.

שלבי האנליזה

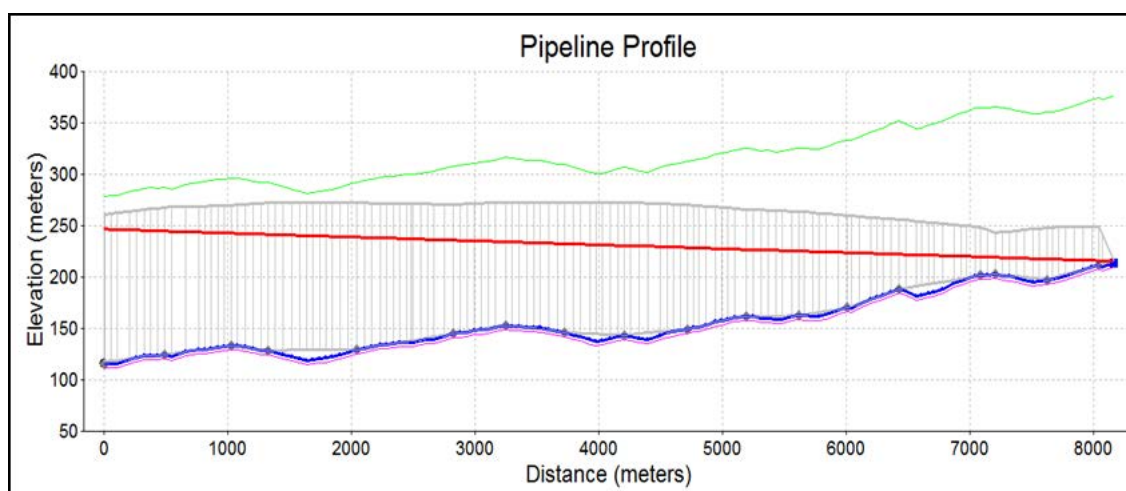
- א. ייבוא נתוני המערכת לתוכנת אנליזת הים, תוך בדיקה כי התנאים ההידראוליים במודל דומים לנתונים שהתקבלו מהלקוח (במצב עבודה יציב - State Steady).
- ב. הגדרת התרחיש הגרוע ביותר והרצת אנליזת הים במצב בו המערכת ללא הגנה, וזאת על מנת להעריך את עוצמת הים המים, בין אם עליית לחץ ובין ירידת לחץ, לאורך כל המערכת.
- ג. הרצת מספר איטרציות בשילוב פתרונות להגנה מהים, לבחירת המוצר האופטימלי שיספק את הפתרון הכלכלי ביותר.
- ד. סיכום והפקת דוחות.



איור 9.1 - ממשק המשתמש של תוכנת אנליזת הים



איור 9.2 - לחץ בתחנת השאיבה עם וברי הגנה מהלם



איור 9.3 - לחצי (עומד) מקסימום ומינימום לאורך הצינור

פרק 10 - מפרטי שסתומי אוויר

לאחר שהמתכנן בחר בשסתומי אוויר המתאימים ביותר, יש לציין להגדיר את מפרטי ההנדסה והרכש של השסתומים לפרויקט. הטבלה שלהלן מציינת נקודות חשובות שצריכות להופיע במפרט הנדסי תקין של שסתומי אוויר. [הקש על הלינק](#) בכדי להוריד את מסמך הדרישות המלא של ברמד לשסתומי אוויר.

מאפיין	פרוט
סוג שסתום האוויר	מים נקיים או מים לא נקיים
חומרי מבנה וציפוי	חומרי מבנה של הגוף והמכסה סוג הציפוי לשסתומי אוויר מתכתיים חומרי מבנה של החלקים הפנימיים
נתוני פעולה	לחץ עבודה מרבי לחץ עבודה מינימלי (אטימה בלחץ נמוך) טמפרטורת המים
קוטר הכניסה של שסתום האוויר וחיבורי הכניסה	קוטר הכניסה מתוברג - BSP או NPT אוגן - סוג או תקן
ספיקת האוויר מהנחיר הקינטי (הכנסת אוויר / וואקום)	גודל הנחיר הקינטי נומינלי / חתך זרימה מלא - שווה לקוטר חיבור הכניסה מופחת - קטן מקוטר חיבור הכניסה הגדר את ספיקת האוויר הנדרשת בנקודות נבחרות - גם בעת לחץ שלילי (ניקוז או פיצוץ קו) ובלחץ חיובי (מילוי קו)
תכונות נוספות של שסתום האוויר	מנגנון הגנה מהלם (SP) מניעת זרימת אוויר פנימה (IP) מנגנון סגירה איטית (AC)
אביזרים	סוג המכסה - כלפי מטה, הצידה או פטריה פתח שירות רשת נגד חרקים ברז ניקוז
עמידה בדרישות בקרת איכות	המידע והגרפים של נתוני ספיקת האוויר צריכים להיות מבוססים על נתוני מדידה בפועל במבדקת אוויר ייעודית הכוללת מדידת תנאי לחץ שלילי (כמפורט בתקני EN-1074/4, AS4956)

פרק 11 - שיקולי התקנה

פרק זה מציין שיקולים חשובים להתקנת שסתומי האוויר להשגת פעולה מיטבית.

זקף

יש להתקין את שסתום האוויר על זקף אנכי, בזווית של 90 מעלות לאופק. התקנה שאינה אנכית תפריע לביצועים התקינים של שסתום האוויר. קוטר הזקף צריך להיות שווה או גדול מקוטר הכניסה של שסתום האוויר. לפעולה אופטימלית, הזקף צריך להיות מותקן כך שאיננו סוטה מהאנך ביותר מחמש מעלות.

ברז ניתוק

בכדי לאפשר תחזוקה של שסתום האוויר, יש להתקין ברז ניתוק בין הצינור ובין שסתום האוויר. בעת פעולת שסתום האוויר ברז הניתוק חייב להיות פתוח במלואו (לא פתיחה חלקית). אידאלי, ברז הניתוק חייב להיות בעל חתך זרימה מלא כגון ברז מסוג שער, כדורי, או סכין, על מנת לא לפגוע בביצועי שסתום האוויר. ניתן להשתמש במגופי פרפר עבור שסתומי אוויר מאוגנים, אולם עלולה להיות לכך השפעה שלילית על ספיקת האוויר מהשסתום. מגופי פרפר מוצעים בדרך כלל כשיש מגבלת גובה, במצב כזה יש לוודא כי דגם מגוף הפרפר מתאים להתקנה בקצה קו, זאת על מנת לאפשר את ניתוק שסתום האוויר לצרכי תחזוקה.

צינור ניקוז

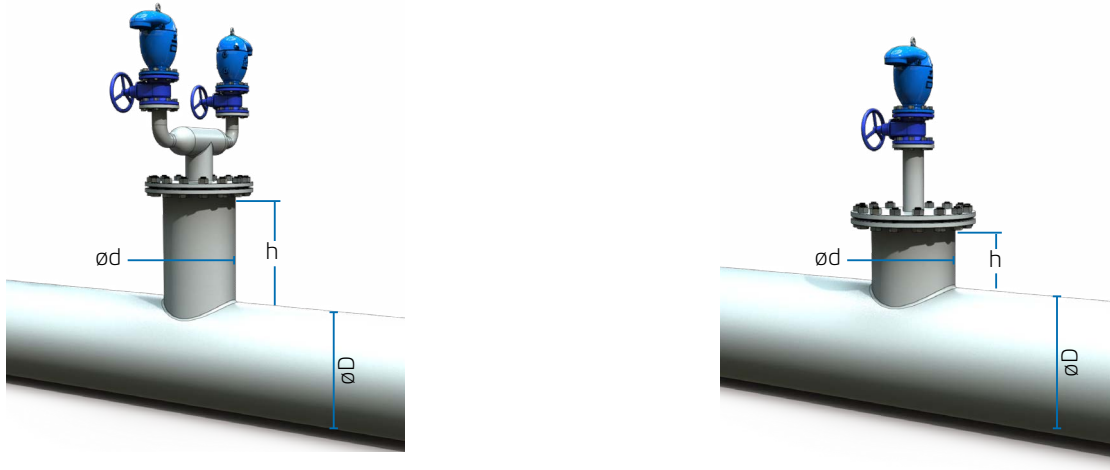
כשיש צורך בצינור ניקוז יש לחברו ליציאת שסתום האוויר. קוטר צינור הניקוז חייב להיות לפחות שווה או גדול לקוטר היציאה של שסתום האוויר. קוטר קטן יותר עלול להקטין את ספיקת האוויר מהשסתום.



איור 10.1 - התקנת שסתום אוויר

תא לתפיסת בועות אוויר (מלכודת אוויר)

מומלץ מאוד לתכנן תא לתפיסת בועות אוויר מתחת לשסתום האוויר. במהלך פעולה תחת לחץ יצטברו זמנית כיסי אוויר וישתחררו באמצעות הנחיר האוטומטי של השסתום.



איור 10.2 - תא לתפיסת בועות אוויר

$D > 60''; 1,500 \text{ mm}$	$12''; 300 \text{ mm} < D \leq 60''; 1,500 \text{ mm}$	$D \leq 12''; 300 \text{ mm}$	קוטר
$\phi d \geq 0.35D$	$\phi d = 0.6D$	$\phi d = D$	גובה
$h \geq D \text{ \& } h \geq 6''; 150 \text{ mm}$			

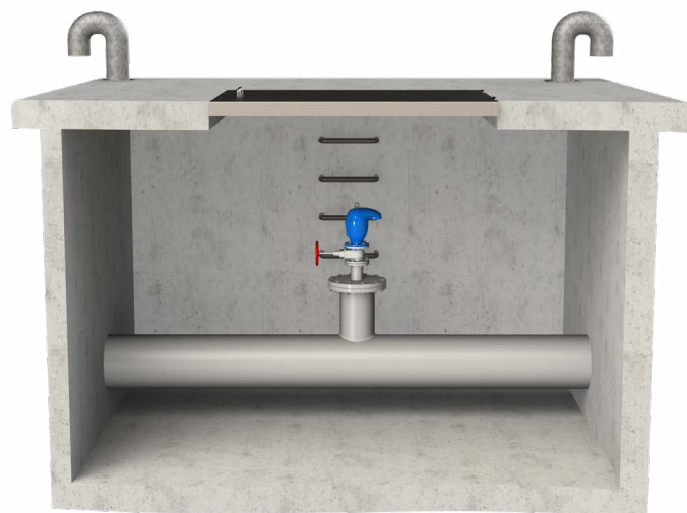
* שים לב - הטבלה מעלה מתייחסת לשסתומי אוויר משולבים או אוטומטיים בלבד.

** עבור שסתומים קינטיים / שוברי וואקום אין צורך במלכודות אוויר, יש להתחשב רק בגובה הזקף.

*** במערכות ביוב גולמי, מלכודות אוויר אינן מומלצות משום שחיתולים, פדים סניטריים ומרחפים גדולים אחרים עלולים להכלא בהן.

התקנת תת קרקעית בשוחה

להבטחת פעולתו התקינה של שסתום האוויר, צינורות האוויר חייבים להיות עם פתחים בשטח חתך של לפחות פעם וחצי משטח הנחיר הקינטי של השסתום. במידה והתא (השוחה) עלול להיות מוצף, יש להתקין צינור ניקוז המוברג אל יציאת השסתום ומקובע אל מחוץ לשוחה, זאת על מנת למנוע כניסת מים מזהמים לצנרת כאשר נוצרים בה תנאי וואקום.



איור 10.3 - התקנת תת קרקעית בשוחה

פרק 12 - מבדקת האוויר של ברמד לשסתומי אוויר

שסתומי אוויר הינם אביזרים יחסית פשוטים, אך חיוניים להפעלה יעילה של רשתות מים ולהגנה מפני תנאי וואקום. יש לשלוט באוויר במערכת באמצעות מיקום וגודל נכונים של שסתומי אוויר. קביעת קוטר שסתומי האוויר חייב להיות מבוסס על נתוני ספיקת האוויר שלהם במציאות. בשל המורכבות בהדמיית תנאי פעולה אמיתיים בספיקת אוויר מספקת, רק ליצרנים מעטים קיים ציוד בדיקה מתאים למדידת ספיקות אוויר. ברמד כחלק מפיתוח קו שסתומי האוויר שלה, ברמד בנתה מבדקה ייעודית מתקדמת וחדשנית למדידת ספיקות אוויר.



מאפייני המבדקה היחודית

מבדקה זו, שהוקמה בקיבוץ עברון (בצפון ישראל), תוכננה לפתח ולבדוק שסתומי אוויר עד לקוטר של 8" DN200 בתנאי אמת של הוצאה והכנסת אוויר. בלב המערכת מפוח אוויר בהספק של 350kW, המסוגל לייצר ספיקת אוויר של עד 15,000m³/h, לחץ חיובי להוצאת אוויר של 0.5 bar ולחץ שלילי של 0.5 bar להכנסת אוויר.

בנוסף לאימות ספיקת האוויר של שסתומי האוויר מתוצרת ברמד בהתאם לתכנון ההנדסי שלהם, המבדקה הינה כלי בסיסי לבקרת איכות ולפיתוח מוצרים חדשים. המבדקה תוכננה על פי תקן EN-1074/4 ועל פי התקן האוסטרלי AS 4956:2017.

מבדקת ספיקת האוויר מאפשרת איסוף נתונים מקוון של לחץ, ספיקה וטמפרטורה במהלך מילוי וניקוז קווים (תנאי וואקום). מידע זה מוצג בגרפים המופיעים בדפי המוצר של ברמד ומשמש גם בבסיס הנתונים של תוכנת BERMAD AIR. תוצאות המדידות נבדקו גם ע"י מומחים מתעשיית המים ונמצאו עקביות וחוזרת על עצמן.

חשיבות מבדקת האוויר

- על בסיס אינספור בדיקות שנערכו במבדקת האוויר של ברמד על שסתומי אוויר של יצרנים שונים, אנו גיבשנו את ההמלצות הבאות:
- תוצאות הבדיקות מצביעות על הצורך לבחור את שסתום האוויר על סמך ספיקות האוויר שלו ולא על פי קוטר חיבור הכניסה שלו. קביעה זו מוכחת בשעה שמשווים בין שסתומים בעלי אותו קוטר כניסה אולם בעלי תכנון אווירודינמי פנימי שונה.
- מדידות ספיקת האוויר בפועל הינן חשובות מאוד להדמיה של תנאי עבודה אמיתיים. מסתבר כי נתוני ספיקת אוויר המתקבלות בשיטות חישוב פשוטות ובסימולציה מבוססת חישובים מתמטיים, הינם רחוקים מאוד מלשקף את המציאות. תוכנת BERMAD AIR לקביעת גודל ומיקום שסתומי האוויר בפרויקטים, משתמשת בנתוני אמת כפי שנמדדו במבדקת האוויר שלנו.
- קביעת נקודת הסגירה הקינטית של שסתום האוויר בשלב הוצאת האוויר, ללא שימוש באביזרי הגנה מהלם, צריכה להיות בטווח של כ- 2 מטר, כדי למנוע בעיות הנובעות מסגירה מוקדמת של השסתום.

פרק 13 - מדוע שסתומי האוויר של ברמד הם המתאימים ביותר למערכת שלך

בקרת האוויר במערכות מים הינה חיונית כמו בקרת המים. זו הסיבה שמהנדסי ברמד הקדישו שנים של מחקר ופיתוח כדי לשפר את בקרת האוויר במערכות מים תוך התמקדות בבדיקות ביצועי אמת ובביצוע הערכות מעמיקות של כל טכנולוגיות שסתומי האוויר העכשוויות. מחקר מקיף זה הוביל לפיתוח קו חדש וחדשני של שסתומי אוויר המבוסס על ניתוח זרימה ועל כלי ההנדסה המתקדמים ביותר הקיימים. זה גם הוביל לפיתוח מבדקת האוויר הייחודית המשמשת הן ככלי פיתוח והן ככלי אבטחת איכות.

קו מוצרי שסתומי האוויר של ברמד כולל שסתומי אוויר ממתכת בקוטרים שבין 12"-2" ושסתומי פלסטיק בקוטרים שבין 3"-1/4" למגוון שימושים במערכות מים, ביוב וקולחין ברשתות מים שנדרשים:

- ספיקות אוויר גבוהות - תכנון אווירודינמי מתקדם של גוף בזרימה ישירה המאפשר ספיקות אוויר גבוהות מאי פעם.
- אטימה בלחץ נמוך - כל שסתומי האוויר של ברמד פועלים בלחץ פעולה מינימלי של 0.1 bar בלבד.
- הגנה מובנית מהלם מים (תכונה למניעת טריקה) - תגובה מהירה לעמודת מים המתקרבת במהירות זרימה גבוהה ע"י הוצאת אוויר איטית המונע נזק לשסתום ולמערכת. תכונה זו ניתנת להוספה לשסתום האוויר גם לאחר התקנתו.
- תכנון לעמידות גבוהה - הכולל מצופים מלאים וקשיחים המתוכננים לתנאי עבודה אינטנסיביים ולעמידות להלמי מים.
- אישורי תקן - שסתומי האוויר של ברמד מאושרים ע"י תקנים בינלאומיים (AS4956, WRAS, EN-1074/4). דגמי ה-WW מאושרים גם לפי תקני מי השתייה (AS4020, ACS, WRAS, NSF).
- נתוני ספיקות אוויר אמינים - המבוססים על מדידת ספיקות אוויר בפועל במבדקת אוויר ייעודית התורמת לאופטימיזציה טובה יותר של המערכת.
- תמיכה של מחלקת הנדסת יישומים - המלצות המבוססות על תוכנת קביעת מיקום וגודל (BERMAD-AIR) ועל שירות אנליזות הלם.

קו מוצרי שסתומי האוויר המתקדם של ברמד מצטרף לקו המוצרים הנרחב של מגופי הבקרה ההידראוליים ומאפשר יצירת פתרונות בקרה מקיפים לצנרת ורשתות מים. מתכנני מערכת ומשתמשי קצה יכולים כעת לתכנן ולהתקין פתרונות מיטביים יותר לדרישות המערכת שלהם.



בקרת אוויר המערכות מים - מדריך למתכנני מערכת

כתב הסרת אחריות של ברמד

מתכנני מערכות מים מוזמנים בזאת להשתמש במדריך למתכנן מערכות מים ("המדריך") עבור שסתומי אוויר שנרכשו מברמד בע"מ או מאחת מחברות הבת של "ברמד".

המידע הכלול במדריך זה מיועד לשימוש של מהנדסים ומתכננים מקצועיים של מערכות מים, היכולים להבין אותו במלואו ובכלל זה את הסיכונים הכרוכים בו.

למרות שחברת ברמד עשתה כל מאמץ כדי להבטיח כי מדריך זה מדויק, ברמד איננה לוקחת על עצמה אחריות לכל אי דיוקים או השמטות שיתכן והתרחשו.

כל ההליכים, השרטוטים, התמונות וכל מידע אחר המובא במדריך זה, משמשים כמידע כללי בלבד, חברת ברמד אינה מתחייבת לעדכן, או לשמור את המידע במדריך זה עדכני או מעודכן. ברמד שומרת לעצמה את הזכות לבצע שיפורים ו/או שינויים במדריך זה, בכל עת מבלי להודיע על כך מראש.

כתב הסרת אחריות זה לא יחשב כהרחבת היקף או הארכת תוקפה של אחריות שניתנה ע"י ברמד עבור המוצר הרלוונטי ובשום מקרה אחריות חברת ברמד, בין על חוזה, עוולה, רשלנות, אובדן או נזק או בכל דרך אחרת, הנובעים או בהקשר למדריך זה, לא תעלה על מחיר הרכישה ששולם בפועל ע"י התובע לברמד עבור המוצר הרלוונטי.

חברת ברמד לא תישא במפורש באחריות או חבות כלשהי לנזקים מיוחדים, מקריים או תוצאתיים, כמו גם בגין פגמים או נזקים הנובעים מתאונה, כוח עליון, סביבה פיזית או תפעולית בלתי הולמת, התקנה, תפעול או תחזוקה לא נאותים, או שינוי, רשלנות או תקלה על ידי כל צד שאיננו ברמד.

זכויות יוצרים ברמד בע"מ 2021. כל הזכויות שמורות.

אודות ברמד

והניסיון שנצברו במעל לחמישים שנות פעילותה. החברה המבוססת מאוד בשוק המים, נחשבת גם לחלוצה בתחום הפתרונות החדשניים לבקרת ספיקה. למוצריה, האיכותיים במיוחד, חיי מוצר ארוכים ויעילות תפעולית חסרת תקדים והם מסייעים ללקוחות החברה להתמודד עם הדרישות והאתגרים של המאה ה-21.

ברמד, חברה מובילה בשוק המים העולמי, הינה חברה בבעלות פרטית, המפתחת, מייצרת ומשווקת פתרונות מתקדמים לבקרת זרימה, התפורים לדרישת הלקוח. הטכנולוגיה המתקדמת של מוצרי ברמד משלבת מגופי בקרה הידראוליים, שסתומי אוויר ופתרונות חדשניים למדידת מים.

ברמד, שנוסדה בשנת 1965, מסייעת בכל רחבי תבל, ללקוחות מובילים מכל תחומי תעשיית המים העולמית, באמצעות הידע

