

5.6 מערכת בקרת מפלס מים

שפל מים

"שפל מים" יכול לקרות בשל אחת או יותר מהסיבות הבאות: חוסר מים במיכל מי ההזנה, כשל של משאבת מי ההזנה, שבר בקו מי הזנה או כשל במערכת בקרת המים בדוד. במצב של "שפל מים" מפלס המים יורד, שטחי מעבר החום וצינורות העשן והלהבה מפסיקים להיות מקוררים ע"י המים, הטמפרטורה בדופן הצינורות עולה במהירות, עלית הטמפרטורה מקטינה את החוזק של הצינורות ועלול להיווצר מצב של כשל בקריסה וסכנת פיצוץ.

תקנות הבטיחות – התקני בטיחות בדוד קיטור 1986 מחיבות (בדודים שאינם מוסקים בדלק מוצק ואינם מסוג אנכי) הימצאות של שני התקנים בלתי תלויים שכל אחד מהם יגרום להפסקת המעבר והפעלת אזעקה במקרה של "שפל מים".

תקנות הבטיחות הבריטיות מפרטות:

- התקן שפל מים ראשון – מפסיק את המבער אולם מאפשר לו לחזור לעבוד באופן אוטומטי כאשר המפלס עולה.
- התקן שפל מים שני – מפסיק את פעולת המבער ואינו מאפשר את הפעלתו לאחר עלית המפלס אלא אם הוא משוחרר ידנית ע"י מפעיל. ההתקן השני גם מפעיל אזעקה קולית.

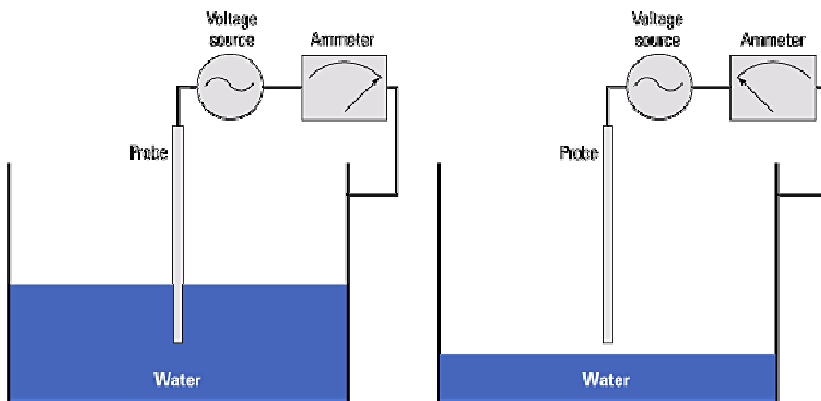
בקרת גובה מפלס המים נועדה להבטיח:

- הזרמה של מי הזנה בכמות מתאימה לדוד.
- הגנה על הדוד ע"י הפסקת הזרמת הדלק למבערים במצב של "שפל מים".
- אפשר לכלול במערכת בקרת הגובה גם אזעקה במצב של גובה מים גבוה, אזעקה זו נועדה למנוע עלית גובה מפלס המים בדוד וסחיפה של מים עם זרם הקיטור.

בדודי צינורות עשן אופקיים, בזכות המבנה הגליל והעובדה שקו המפלס נמצא בחלק העליון הגדלת המפלס מקטינה את שטח פני הנוזל, ככל שהשטח קטן גדלה מהירות הקיטור המשתחרר מהמים וגדלה כמות המים הנסחפים עם הקיטור, ולכן נמנעים להעלות את גובה המפלס של מי הדוד מעל למפלס מסוים.

גורם נוסף המשפיע על גובה מפלס המים הוא עומס העבודה של הדוד, בצריכת קיטור גבוהה, כמות הקיטור במים גדלה וגורמת להגבהת גובה מפלס המים בדוד.

שיטות למדידת גובה פני מפלס מים בודד



מדידה גובה ע"י אלקטרודות
 בודקים את הזרם במעגל חשמלי בו אלקטרודה טובולה במים, כל עוד האלקטרודה טובולה במים המשמשים כמוליך, המעגל סגור וזרם במעגל זרם. כאשר מפלס המים יורד, האלקטרודה נחשפת המעגל נפתח והזרם מפסיק.

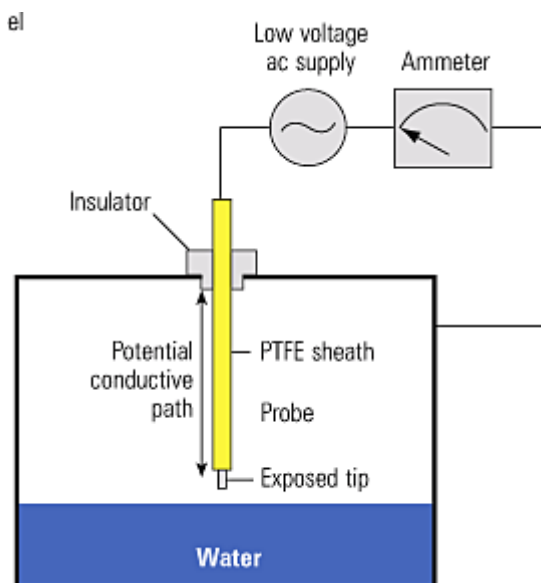
בשל אמינות השיטה רצוי שאזעקת שפל מים תתבסס על

אלקטרודה ומומלץ לבצע בדיקה יומית לבדיקת תקינותה. (חובה עפ"י תקנות הבטיחות באנגליה)

- על מנת למנוע תהליך אלקטרוליזה משתמשים בזרם חילופין.
- לא ניתן להשתמש בשיטה במי דוד בהם המוליכות קטנה מ **5 μ Siemens**.
- האלקטרודות מותקנות בצורה אנכית.
- אלקטרודות משמשות לבקרת **on/off**, האלקטרודה טובה לניטור גובה מפלס של נקודה אחת בלבד, אם יש צורך בשתי נקודות מפלס למשל להפסקה או להפעלה של משאבה, יש להתקין שתי אלקטרודות נפרדות.
- בדוד צינורות עשן רגיל נמצא צבר של 3-4 אלקטרודות המשמשות להפעלה והפסקה של משאבת מי ההזנה, לשפל מים ולהארקה. אלקטרודה נוספת לשפל מים תותקן בנפרד.
- ניתן להתקין אלקטרודות בתוך מעטפת הדוד במקרה כזה יש להבטיח בידוד חשמלי בין האלקטרודה למעטפת הפלדה.

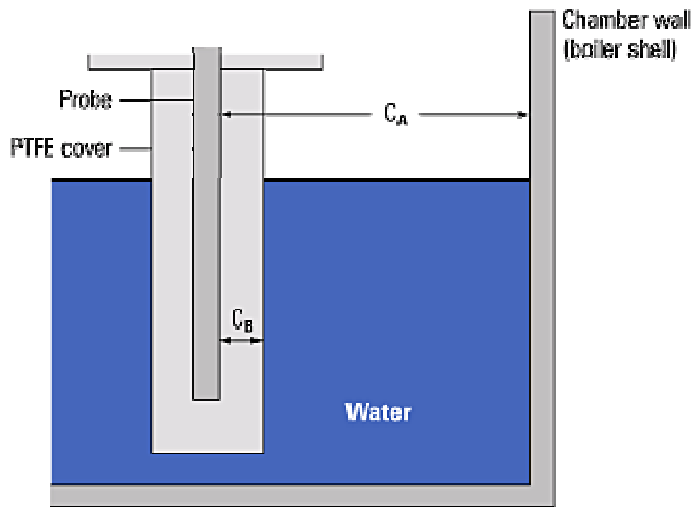
חסרונות :

- כאשר מצטבר לכלוך על האלקטרודה עלול להיווצר קצר ומעבר קבוע של זרם דרך גם כאשר האלקטרודה מחוץ למים.
- ניתן לצמצם את הסכנה הזאת ע"י הארכת הקטע המבודד ב **TEFLON/ PTFE** על גבי האלקטרודה.



אלקטרודות מסוג "**Self Monitoring**" - אלקטרודות מיוחדות לשפל מים, מבצעות בדיקות עצמיות של תקינות האלקטרודה ע"י השוואת התנגדות הארקה, ומדידת זרם הקצר בין האלקטרודה לבידוד החשמלי שלה, התקנות בבריטניה מאפשרות במידה שמשמשים באלקטרודה מהסוג הזה לבצע בדיקת תקינות רק אחת לשבוע.

מדידת גובה ע"י מד גובה קיבולי
 מדידת הגובה מבוצעת ע"י מדידת קיבול של קבל הטבול במי הדוד , מידת הקיבול של הקבל משתנה כתלות בגובה המים בין האלקטרודה של הקבל למעטפת הדוד .



המים משמשים כמוליך המחובר את המעטפת (צד אחד של הקבל) לאלקטרודה (צד שני של הקבל) ציפוי טפלון של האלקטרודה משמש כתווך דיאלקטרי . הודות למרחק הגדול בין המעטפת לאלקטרודה בחלק העליון מעל המים נוצר בידוד דיאלקטרי והקיבול מחלק זה אפסי .

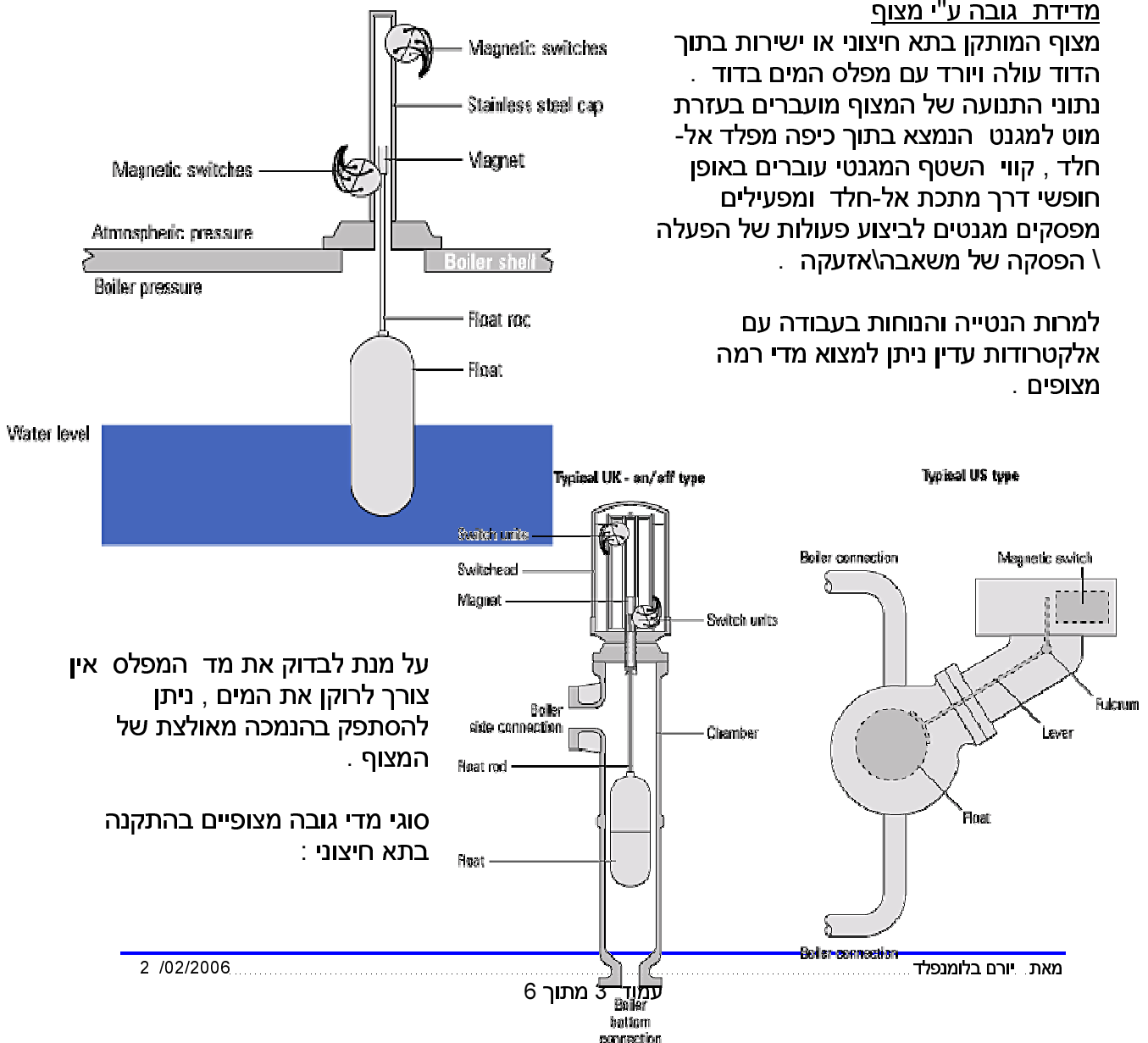
להבדיל מאלקטרודה רגילה אסור לחתוך אלקטרודה קיבולית .

אלקטרודה קיבולית מנטרת את גובה המפלס באופן רציף , בעזרת אלקטרודה אחת ניתן להפעיל מספר פונקציות : הפעלת משאבה , הפסקת משאבה , אזעקת שפל מים , אזעקת גובה מים וכו .

מדידת גובה ע"י מצופ

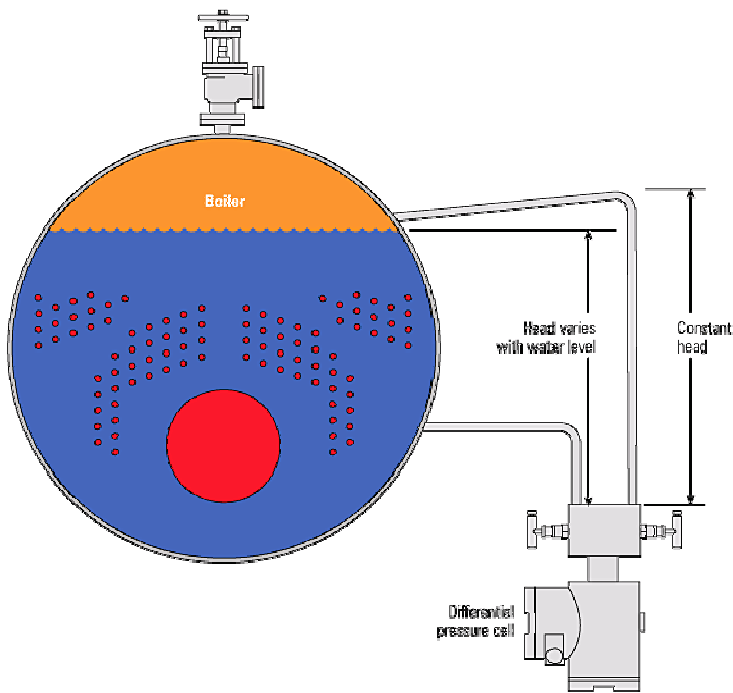
מצופ המותקן בתא חיצוני או ישירות בתוך הדוד עולה ויורד עם מפלס המים בדוד . נתוני התנועה של המצופ מועברים בעזרת מוט למגנט הנמצא בתוך כיפה מפלד אל-חלד , קווי השטף המגנטי עוברים באופן חופשי דרך מתכת אל-חלד ומפעילים מפסקים מגנטיים לביצוע פעולות של הפעלה \ הפסקה של משאבה/אזעקה .

למרות הנטייה והנוחות בעבודה עם אלקטרודות עדין ניתן למצוא מדי רמה מצופים .



על מנת לבדוק את מד המפלס אין צורך לרוקן את המים , ניתן להסתפק בהנמכה מאולצת של המצופ .

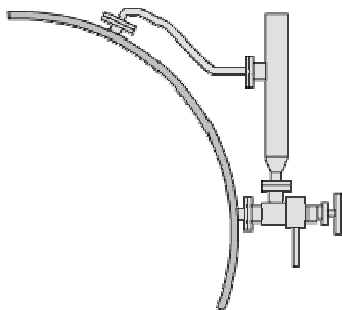
סוגי מדי גובה מצופיים בהתקנה בתא חיצוני :



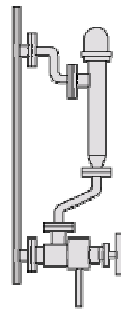
מדידת גובה ע"י הפרשי לחץ
 ע"י השוואת הלחץ הסטטי הנוצר ע"י
 עמודת המים בדוד ללחץ סטטי קבוע
 מתקבל גובה עמודת המים.
 ההשוואה מבוצעת ע"י הפעלת הלחצים
 משני צידיה של דיאפרגמה גמישה אשר
 תנועתה מתורגמת לקריאה של הפרש
 הלחץ \ גובה פני מפלס המים .
 השיטה ישימה בדודי צינורות מים
 בלחץ גבוה בהם משתמשים במים
 נטולי מלחים .

התקנה של מדי גובה

על מנת למדוד את גובה המים בצורה מדויקת רצוי לבצע את המדידה בשטח מוגן ורגוע .
 מומלץ לבצע לבצע את המדידה בתא חיצוני כדוגמת "בקבוק אלקטרודות" .



Side and bottom entry chamber with sequencing valve on a horizontal boiler

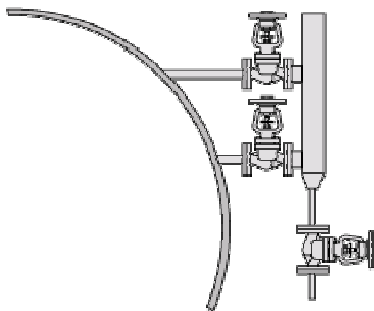


Side and bottom entry chamber with sequencing valve on a vertical boiler

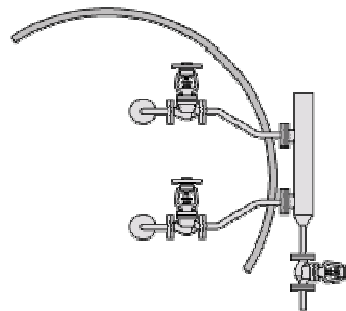
התקנה בתא חיצוני

מאחר וחייבים להתקין שני התקנים לשפל מים בלתי תלויים זה בזה . לא ניתן להתקין שני התקנים באותו תא חיצוני .

בבדיקה יומית יש לנקז את המים מהתא החיצוני על מנת להבטיח שלא יצטברו בו משקעים ולכלוך ובאותה ההזדמנות גם לבדוק את התרעות שפל המים .



Side and side entry chamber on a horizontal boiler



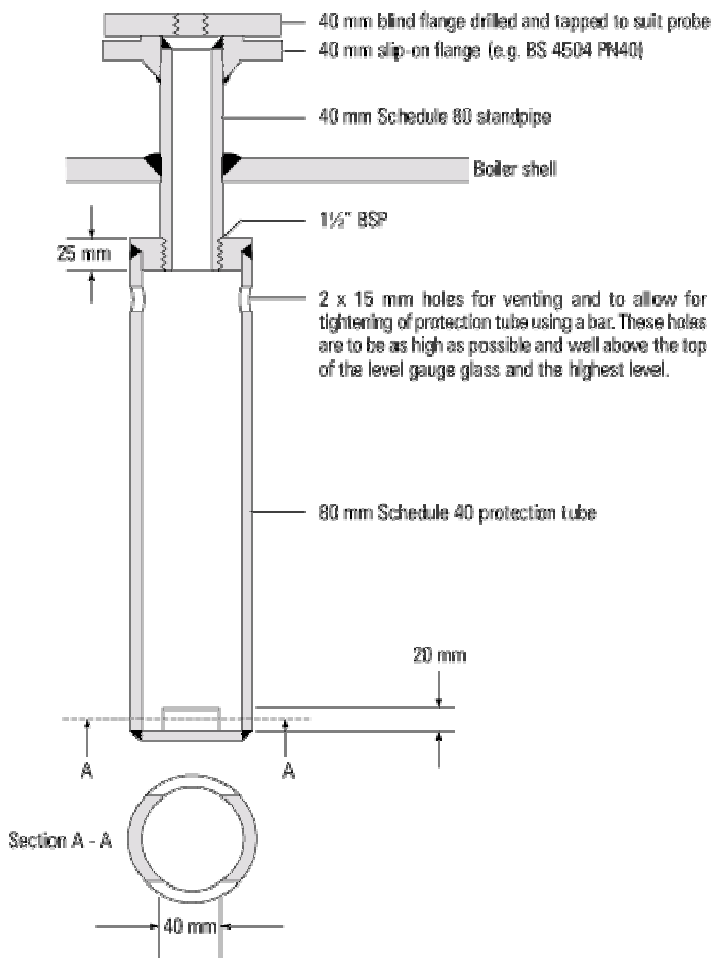
Side and side entry chamber on the steam drum of a water tube boiler

התקנה פנימית

על מנת לאפשר את פעולתם בסביבה רגועה יש :

- להגן על מדי הרמה ע"י צינורות 3" אנכיים לאלקטרודה יחידה ו 4" לזוג אלקטרודות . אורך הצינורות יהיה ארוך ככל האפשר ויגיע עד לבין צינורות העשן .
- תחתית הצינורות תחסם על מנת למנוע כניסת בועות קיטור וחורים יותקנו בחלקם העליון והתחתון .
- מיקום מדי הרמה יהיה רחוק ככל האפשר ממוצא הקיטור ושסתום הביטחון (לפחות 1 מטר) אבל לא קרוב מידי למעטפת ולכיפות של הדוד , וקרוב ככל האפשר למראה מפלס במים .

להתקנה פנימית יתרונות במחיר זול על גבי התקנה בתא חיצוני .



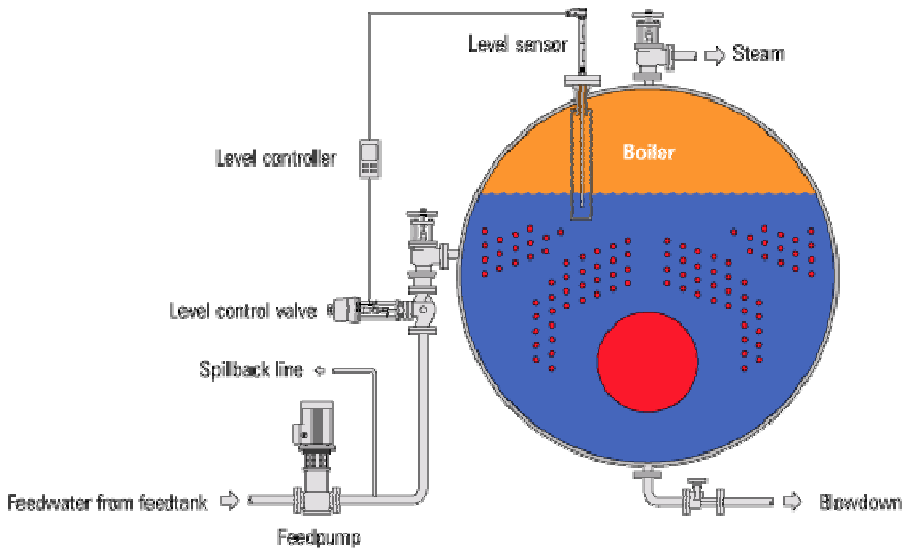
מערכות בקרת מפלס אוטומטית

On/Off בקרת

- שיטת הבקרה המקובלת בדודים צינורת עשן, מבוססת על בקרת On/Off של משאבת מי ההזנה. השיטה פשוטה וניתן להשתמש בכל אחת משיטות המדידה: אלקטרודות, קיבולי, מגנטי או הפרשי. על מנת להפעיל משאבה במפלס נמוך ולהפסיק משאבה במפלס גבוה. יתרונות: פשוט, זול, טוב לדודים שאינם עובדים רצוף.
- חסרונות: הזרמה לדוד של מי ההזנה קרים בספיקה גבוהה במצב נמוך גורמת להורדת לחץ הקיטור בדוד ומחייבים הפעלה מאומצת של המבערים בשלב זה (עד 140% מהעומס במצב שבו אין הזרמה של מי הזנה). הפעלות מחזוריות אילו של המבער גורמות לשחיקת מערכת הבקרה של המבער, הקטנת נצילות, ועליות וירידות של טמפרטורת הדוד.
- הפעילות המחזורית עלולה לגרום לסחיפה של מים בזרם הקיטור. מחייב חיבור של משאבת הזנה נפרדת לכל דוד.

Modulation מערכת בקרה

משאבת מי ההזנה פועלת באופן רצוף ושסתום אוטומטי מכוון את זרימת המים לדוד לפי צרכי הדוד בכל רגע ורגע.



המערכת מחיבת שימוש במד גובה בעלי קריאה רציפה: מצוף, קיבולי מד לחץ הפרשי.

קו סחרור מבטיח זרימה קבועה של מים מהמשאבה גם כאשר השסתום האוטומטי סגור.

קימת אפשרות לזווסת את כמות המים ע"י שימוש במשאבת מי הזנה עם ספיקה משתנה ללא שסתום ויסות אוטומטי.