

03-6722435



03-6729646



david@fstyle.co.il



לטיפים נוספים &lt;



## טיפסגנון חופשי 15 TIP Free Style

מגזין אלקטרוני באינטרנט ובפייסבוק - לניהול ותפעול אתרי רחצה ונופש  
מקבוצת ד. לבקוביץ יעוץ והדרכה בע"מ  
ט"ז בטבת תשע"ד - 19 בדצמבר 2013

## סינון גרנולרי(חול) מול סינון דיאטומי עקרונות תכנון ותפעול והעיקר מה עדיף?

מאת: דוד לבקוביץ



תוך מסננים גרנולרים שהוצגו בתערוכה לבריכות שחייה ברצלונה 2013

פתח דבר

לאור פניות רבות של אנשי השטח – מנהלים ומפעילים, המנסים לברר על ההבדל בין מסנן גרנולרי לבין מסנן דיאטומי – הנמצאים בשימוש בבריכות שחייה בישראל, בחרנו הפעם לדון בסוגיה זו כולל הנחיות תפעוליות ויתרונות וחסרונות. על פי הנתונים שבידינו מסננים גרנולריים מצויים בכ- 60% מבריכות השחייה לעומת כ- 40% של מסננים דיאטומיים. נתון זה מאד מעניין לאור העובדה שבארופה נאסר כליל השימוש במסננים דיאטומיים, במיוחד עקב הפגיעה של בוצת האדמה הדיאטומית באיכות הסביבה, וכפי שנרחיב בהמשך הם מסוכנים גם למפעילים ומצריכים לכן אמצעי בטיחות מיוחדים בעת התפעול ובמיוחד בעת שטיפת המסנן ומילוי אדמה.

עיקר החומר המקצועי שבכתבה זו מקורו בספר "המדריך למחזיקי ומפעילי בריכות שחייה" שחובר על ידי כותב המאמר והוצא לאור על ידי מערכת בסגנון חופשי.

למותר לציין שכותב מאמר זה איננו ספק של מסננים מסוג כלשהו כך שהמאמר הוא מקצועי ונטול כל פניות מסחריות.

סינון דיאטומי

### מהי אדמה דיאטומית

מצע סינון המורכב בעיקר מסיליקטים (תרכובות צורניות). עשוי מחומר Amorphous Diatomaceous עם כמויות שונות של חומר micro-crystalline המכיל בתוכו Crystalline Silica (צורן גבישי) אשר נחשב כמסוכן לבריאות וסווג ע"י ארגון הבריאות העולמי כגורם מסרטן. שאיפה ממושכת של חומרים אלה ומגע עם הריריות והעיניים עלולים לסכן את המפעילים. כמו כן בוצת מצע סינון זה – האדמה הדיאטומית - פוגעת בסביבה ולכן מחייבת פינוי לאתר פינוי פסולת מוצקה המותאמת לאדמה דיאטומית.



**סוגי מסננים דיאטומיים**

קיימים שלושה סוגים של מסננים דיאטומיים שכבר עתה נציין שרוב המסננים המצויים בשטח הם מסוג "נרות" ו-"עלים".  
**מסנן "נרות"**

סינון דיאטומי בלחץ - מתבצע ע"י הזרמת מי הבריכה למסנן בלחץ שאותו יוצרת משאבת הסחרור. שיטת הסינון בלחץ מאופיינת בכך שמשטחי הסינון נמצאים בתוך מיכל סגור ואטום המאפשר לייצור בו לחץ הגדול מהלחץ האטמוספרי. אלמנט הסינון שאליו נצמד מצע הסינון הדיאטומי בצורת נרות עם קונסטרוקציית קפיצים ומעטפת בד מסוגים שונים.



מסנן דיאטומי בלחץ אלמנט "נרות"

**מסנן "עלים"**

סינון דיאטומי בלחץ כמפורט לעיל. אלמנט הסינון שאליו נצמד מצע הסינון הדיאטומי בצורת עלים עם קונסטרוקציית שלד פלסטיק ומעטפת בד מסוגים שונים.



מסנן דיאטומי בלחץ. אלמנט "עלים"

**מסנן פתוח בוואקום**

המסנן פתוח. המשאבה נמצאת אחרי המסנן וכתוצאה נגרם תת לחץ (וואקום) במיכל המסנן. אלמנט סינון של דסקיות/פלטות. המים עוברים דרך מצע סינון דיאטומי לצינור מרכזי למשאבה ואחריה בלחץ לבריכה. שיטת הסינון בוואקום מאופיינת בכך שמשטחי הסינון נמצאים במיכל פתוח ובכך נוחים יותר לתפעול וניקוי, לעומת מסנן דיאטומי בלחץ. כמו כן ניתן להשתמש במיכל הסינון הפתוח כתחליף למיכל איזון, בתנאי כמובן שהוא יכיל אביזרים



### תהליך הסינון הדיאטומי

הסינון מתבסס על מנגנון של מעבר מים בחומר נקבובי, המאפיין את האדמה הדיאטומית, שם נלכדים חלקיקים לא מומסים בגודל של 3-5 מיקרון. מהירות זרימה שכיחה ואופטימאלית 3-5 מטר לשעה אלא אם הוראות היצרן קבעו אחרת. בתחילת תהליך הסינון נבנה מצע הסינון והוא מסולק עם המזהמים והחלקיקים הבלתי מומסים כאשר המסנן נסתם. ניתן לשפר את ביצועיהם של המסננים הדיאטומיים לרמות עכירות נמוכות וזמני עבודה סבירים, גם בעומסים גבוהים, על ידי הזנה רציפה של אדמה דיאטומית תוך כדי תהליך הסינון. כמות האדמה הדיאטומית לבניית המצע הראשוני וההזנה הרציפה יהיו לפי הוראות היצרן. הוראות אלה של כמות האדמה לפי שטח הסינון צריכות להופיע על אריזת מצע הסינון כמצוין בצילום הבא.



הוראות יצרן על שק אדמה דיאטומית בנושא החדרת כמות מצע סינון לאחר שטיפה

רצוי מאד להשתמש בשקי אדמה דיאטומית של חברות מוכרות עם הוראות יצרן עליהם.



שקי אדמה דיאטומית ללא הוראות יצרן (שאינם מומלצים) ושקי אדמה דיאטומית תקינים עם הוראות יצרן

שטיפת מסנן דיאטומי מחויבת במקרים הבאים והמוקדם מבניהם:  
 או - הפרש לחצים של 0.5-0.6 BAR אלא אם הוראות היצרן קבעו אחרת.  
 ואו - עכירות גבוהה יחסית. מקובל עד 0.5-0.6 NTU ואפשרי כמובן להקדים לפי שיקול דעת המפעיל.  
 ואו - פליטת צואה בבריכה, כדי למנוע התרבות מזהמים במסנן.  
 הערה: השטיפה לא תבצע כאשר קיימת רחצה בבריכה. כמו כן וליותר לציין כי למפעיל הבריכה עומד שיקול דעת לבצע שטיפות מסנן גם במקרים אחרים כמו לדוגמה הערכות לעומס יתר של מתרחצים וכיו"ב.

### יתרונות וחסרונות

#### יתרונות

יכולת לכידת חלקיקים 3-5 מיקרון.

המסנן תופס שטח קטן יחסית בחדר מכונות.

איבוד מים מועט יחסית לעומת מסנן גרנולרי יחד עם זאת ראוי לציין של פיצוי מים מוגבר כתוצאה משטיפות יש דווקא יתרון מאחר שמסייע למניעת התרבות של כלור קשור ומניעת מליחות של המים כתוצאה מכלורידים, שהם תוצרי לוואי של פעולת הכלור.

#### חסרונות

מצע סינון רעיל הן לסביבה והן למפעיל, הדורש פינוי מוסדר לאתר מתאים לפסולת מוצקה ונקיטת ואמצעי זהירות בעת ביצוע שטיפה. פריצות מסנן בשכיחות יחסית גבוהה כאשר הבד נקרע, או לאחר ציפוי מקדים של אדמה דיאטומית ללא הידוק כגון לאחר שטיפה או לאחר הפסקת חשמל. הפסדי עומד גדולים יותר עקב מעבר המים דרך נקבים קטנים – מחזור סינון קטן יותר. לא ניתן לבצע הפתחה כמו במסנן גרנולרי.

### אמצעי בטיחות בשימוש במסנן דיאטומי

כללי

מצע הסינון הדיאטומי עשוי מחומר Amorphous Diatomaceous עם micro-crystalline המכיל בתוכו Crystalline Silica (צורן גבישי) אשר נחשב כמסוכן לבריאות וסווג ע"י ארגון הבריאות העולמי כגורם מסרטן. שאיפה ממושכת של חומרים אלה עלולה להיות מסוכנת ולגרום לגרום לנזק לריאות וכן קיים חשש לפגיעה בעיניים ובריריות.

### מניעת מגע

יש להימנע משאיפה וממגע בעיניים, להשתמש במסכה עם מסנן מיוחד העמיד בפני החומרים הנ"ל, ולתכנן אוורור נאות בחדר המכונות לשם סילוק האבק מן החלל החדר.

### אמצעי הגנה

עובד המטפל באדמה דיאטומית יהיה מצויד בכל אביזרי ההגנה הנחוצים בטיחותית להגנה עליו ועל בריאותו עפ"י הנחיות היצרן שעל אריזת מצע הסינון.

### עזרה ראשונה

במקרה של שאיפת החומר יש לצאת לאוויר הצח, לשתות מים לניקוי הגרון, להסיר את האבק מהעור. במקרה של מגע החומר בעיניים יש לשטוף את העיניים במים. יש לפנות לרופא אם מתגלים סימני אי נוחות והרגשה לא טובה.

### פינוי בוצת אדמה דיאטומית

כללי

כאמור בוצת האדמה הדיאטומית עלולה לפגוע בסביבה ויש למנוע את פינויה לביוב אלא לפנותה לאתר מתאים לפסולת מוצקה.

### מלכודת אדמה

נדרש להתקין מלכודת אדמה דיאטומית לאחר המסנן על קו הצינור המנקז את מי השטיפה למערכת הביוב. המלכודת צריכה למנוע חדירת אדמה דיאטומית לצנרת הביוב. את האדמה המצטברת במלכודת יש לפנות כפסולת מוצקה. בהקשר לכך יש להדגיש שתמיסת מצע הסינון הדיאטומי עלולה ליצור סתימות בצנרת, במשאבות הסחרור וכן לפגוע באלקטרודות של הבקר.

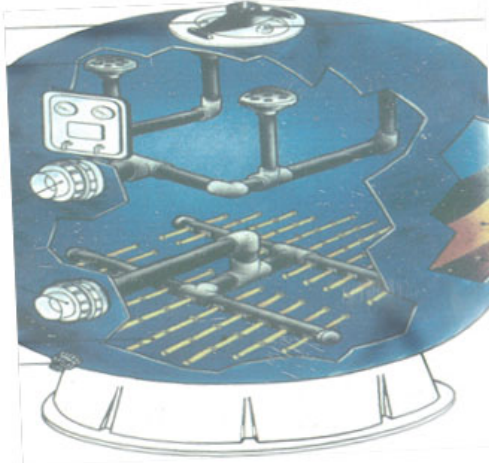


מיכלים לאיסוף בוצה של אדמה דיאטומית – בריכה טיפולית המרכז לספורט טיפולי עיריית חולון

### סינון גרנולרי

כללי

מסנני חול נפוצים בשימוש בבריכות שחייה בישראל וכן ובמיוחד בעולם הרחב, בעיקר בגלל הנוחות התפעולית שלהם, העדר הצורך להחליף את מצע הסינון בכל שטיפה נגדית ועוד. חסרונם, בהשוואה למסננים דיאטומיים, הוא ברמת המיקרון שהם לוכדים (ממוצע של 15-20 מיקרון לעומת 3-5 מיקרון במסננים דיאטומיים), חיסרון שאותו ניתן לשפר עד מאד באמצעות תהליך של קאוגולציה (הפתחה).



### טכנולוגיה של סינון גרנולרי

כללי

מסנני חול בבריכות שחייה פועלים בשיטה של סינון לחץ.

ליכידת חלקיקים מרחפים מתבצעת באמצעות הסעתם ולכידתם בין גרגרי חול הנמצאים בנפח של מיכל הסינון, ולכן עומק המסנן חשוב. שכיחים שני סוגים של מסננים לפי עומק: רגיל 60 ס"מ ועומק 90 עד 200 ס"מ.

כיוון הזרימה ההידראולית במסנן גרנולרי הוא מלמעלה כלפי מטה (Down flow).

מהירויות הסינון המקובלות למסנני חול בבריכות שחייה הן 20-30 מטר לשעה.

חשוב לפעול לפי הוראות היצרן אשר יוצר את המכנה האופטימאלי של הסינון בהתייחס לגודל הגרגרים, נפח המסנן ומהירות הזרימה.



חדר מכונות עם מסננים גרנולריים במרכז ספורט בברצלונה

#### מצע הסינון

במצב סינון מסתדרים החלקיקים של מצע הסינון באופן כזה שהחלקיקים הקטנים יותר ממוקמים למעלה ואילו הגדולים יותר ממוקמים למטה. מצב זה גורם לכך שזיהום רב יחסית נתפס בשכבות העליונות של מצע הסינון.

ניתן למצוא מסנני חול לפי סוגי מצע שונים:

- מסנן עם שכבה אחת של מצע חול כגון קוורץ.
- מסנן דו-שכבתי מסנן עם שתי שכבות של מצע בעלות משקל סגולי שונה כגון קוורץ ואנטרציט.
- מסנן רב-שכבתי עם מספר שכבות בעלות משקל סגולי שונה כגון קוורץ, גרניט ואנטרציט. כאשר ישנן מספר שכבות חול בעלות משקל סגולי שונה השכבות יסתדרו במיכל הסינון כך שבראש יתמקמו השכבות בעלות משקל הסגולי הקטן יותר. מאחר שבמצעים בעלי משקל סגולי קטן ניתן לפעול עם גרגרי מצע גדולים יותר, ניתן להגדיל את נפח הסינון האפקטיבי, ולכך יש משמעות תפעולית רבה.

ראוי לציין כי בשנים האחרונות פותח מצע סינון גרנולרי מחלקיקי זכוכית שלגביהם שלגיהם נתייחס בהמשך.

לגודל גרגרי החול במסנן משמעות גדולה לגבי איכות הסינון. גודלם הממוצע של גרגרי חול המשמש לסינון נע בין 0.4 ל-1.7 מ"מ.

קיימים שני מושגים מרכזיים לגבי גודל הגרגרים: קוטר אפקטיבי DE ומקדם אחידות CU.

הקוטר האפקטיבי של גרגרי החול הוא הקוטר המקסימאלי של גרגר חול שנמצא בקבוצה של 10% גרגרי החול הקטנים ביותר שעברו בנפה (מסננת). ככל שקוטר האפקטיבי קטן כך הסינון טוב יותר. אבל זמן מחזור הסינון קטן בהרבה.

מקדם האחידות מבטא את היחס שבין הקוטר האפקטיבי של גרגר חול לבין הקוטר המקסימאלי של גרגר חול שנמצא בקבוצה של 60% של גרגרי החול שהצליחו לעבור את הנפה (מסננת). מקדם זה מבטא את השוני שבין גודל הגרגרים הקטנים והגדולים במצע החול. כלומר מאפשר לקבוע את גודל הגרגרים במצע החול.

לדוגמה, אם נמצא שהקוטר האפקטיבי של הגרגרים 0.7 מ"מ והקוטר המקסימאלי של גרגרי חול שנמצאים בקבוצה של 60% של גרגרי החול שהצליחו לעבור את הנפה הוא 1 מ"מ, הרי שמקדם האחידות של גרגרי החול באותו מצע יהיה 1.3 - תוצאה של חילוק 1.0 ב-0.7 מ"מ.



#### מנגנונים להרחקת חלקיקים בסינון גרנולרי

1. מנגנון תפיסה בהסעה - זרימת החלקיקים המרחפים במצע הסינון מאפשרים את לכידתם ותפיסתם. בעיקרון מהירות זרימת המים קובעת רבות לגבי יכולת הלכידה של החלקיקים המרחפים. לכן צריך לתכנן מצב אופטימאלי שבו לא תהיה זרימה איטית או מהירה מדי של המים באמצעות ספיקה מתאימה על פי הוראות היצרן.

2. מנגנונים מכניים פיסיקליים -

א. סינון מכני שטחי - תהליך ללכידת חלקיקים הגדולים מהמרווח שבין גרגרי החול במצע הסינון.

ב. אינרציה - תהליך פסיקאלי שגורם לחלקיקים להתמיד בזרימתם כך שהם נתקלים

בשלב מסוים בגרגר חול העומד מול מסלולם והם נתקעים בו.

ג. מגע מקרי - מגע מקרי של חלקיק בגרגר חול.

ד. שיקוע - שקיעת חלקיקים בחללים מכוח הגרביטציה.

ה. דיפוזיה - diffusion - חדירה איטית של החלקיקים למצע הסינון.

ו. כוחות הידרודינמיים כגון מערבולות - במהירויות נמוכות ההתנגדות לזרימת המים נמוכה יחסית (כוח גרר) והזרימה מינארית (שפויה). עם גדול המהירות לערך גבולי מסוים ("המהירות הקריטית"), הופכת תנועת המים במסנן להיות בלתי סדירה (זרימה טורבולנטית), ונוצרות מערבולות והמגדילות את ההתנגדות

- לזרימת המים. המערבולות מסייעות ללכידת החלקיקים המרחפים במצע הסינון, אבל גם זאת במידה מסוימת שמעבר לה המערבולות עלולות להזיק לסינון. 3. מנגנוני ההצמדות חשמליים וביולוגיים
- א. מודל השכבה הכפולה - אינטראקציה בין כוחות הדחיה האלקטרוסטטיים וכוחות Van Der Waals.
- ב. מודל הגישור - התקשרות כימית של החלקיק בעזרת חומר ביניים. אחת התופעות הקיימות במצע הסינון היא הצטברות חומרים אורגאניים וגידולים ביולוגיים דביקים על גבי מצע הסינון. הצטברות חומרים אלה בכמות מסוימת עשויה לשפר ברמה מסוימת את יכולת הצמדת החלקיקים המרחפים למצע הסינון. מאידך הצטברות גדולה עלול לגרום להקטנת נפח המים היכולים לעבור דרך מצע הסינון וכן יצירת "כדורי בוץ".

#### שטיפה נגדית (BACK WASH).

- מצע הסינון של מסנני החול הולך ונסתם. תוך כדי פעולת הסינון. דבר הגורם להגדלת הפרשי הלחצים שבין הכניסה ליציאה מהמסנן. מטרת השטיפה הנגדית היא להפריד את חלקיקי הלכלוך שדבקו בחלקיקי מצע הסינון ולהעביר אותם למערכת הביוב.
- רצוי לא להאריך את מחזור הסינון יתר על המידה, כדי למנוע תהליך התפתחות רובד ביולוגי על גבי מצע הסינון העלול לגרום ליצירת "כדורי בוץ" במסנן. ביצוע שטיפה נגדית בזמן הנכון ובצורה הנכונה מבטיח פעולה תקינה של המסנן.
- שטיפה נגדית תבצע כאשר יחול אחד מהקריטריונים הבאים, ומה שיותר מוקדם מביניהם:
- הפרשי לחצים בין לחץ הכניסה והיציאה יהיה לפי הוראות היצרן ובהיעדרן מומלץ בין 0.5-0.6 BAR.
  - עכירות של 0.6 יחידות עכירות וניתן ורצוי להקדים לפני הגעה לעכירות ברמה כזאת.
  - תקופתית לפי הוראות היצרן ובהיעדרן מומלץ מספר ימים. שטיפה תקופתית חיונית על מנת למנוע היווצרות "כדורי בוץ"
  - לאחר פליטת צואה בבריכה על מנת למנוע התפתחות זיהום משני במסנן.
- למותר לציין שלמפעיל הבריכה נתון שיקול הדעת לבצע שטיפות נגדיות מעבר למפורט לעיל כאשר ידוע לו על צפי של עומס מתרחצים רב וכיו"ב.

#### שליבים מקדימים לשטיפה נגדית - ממ

- מתרחצים - הוצא במידה והשטיפה מחייבת הפסקת חשמל.
- משאבה - כיבוי משאבה על מנת למנוע עומסים במערכת ופגיעה במגופים.
- מי טעימה - סגירת ברז מי טעימה למניעת פגיעה באלקטרודות הבקר.

#### שטיפה נגדית

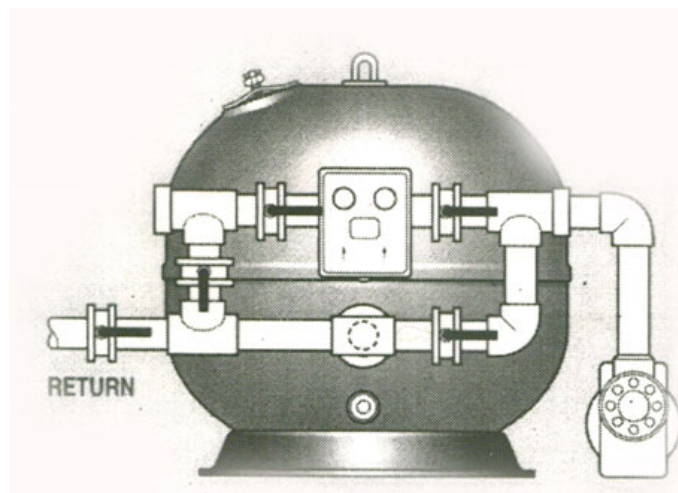
- שינוי כיוון הזרימה של מי הסחרור (שינוי מצב המגופים) כך שזרימת המים תגיע מכיוון מטה לכיוון מעלה. המגוף הראשון שנפתח יהיה מגוף לשחרור לחץ, במקרה זה מגוף הביוב.
- סימולאציה (הדמיה) לבחינת כיוון הזרימה עוד לפני פתיחת המשאבה.
- פתיחת המשאבה לשטיפת מצע הסינון מהלכלוך שהצטבר בו.
- הערה: פרק הזמן המקובל לשטיפה נגדית הוא עד לאחר שהמים בצינור השקוף יהיו צלולים ועוד זמן מסוים לפי שיקול דעת המפעיל.
- סגירת המשאבה והחלת תהליך של הידוק המצע.

#### הידוק

- מהירות הזרימה המקובלת לשטיפה נגדית של מסנן גרנולרי היא לפי הוראות היצרן על מנת שמצע הסינון לא יעבור את תחום הריחוף ויזרום לביוב דרך המפזרים/קולטנים.
- פעולת ההידוק חיונית למנוע בריחת מיקרואורגניזמים לבריכה, שלא סולקו לביוב בפעולת השטיפה הרגילה, באמצעות לכידתם במצע הסינון.
- שינוי מצב המגופים כך שכיוון הזרימה יהיה מלמעלה למטה כמו בסינון רגיל לעבר הביוב באמצעות "הברז החמישי".
- סימולאציה (הדמיה) לבחינת כיוון הזרימה עוד לפני פתיחת המשאבה.
- הפעלת משאבת הסחרור עד לקבלת מים צלולים בצינור השקוף. מקובל כחצי דקה.
- סגירת המשאבה.

#### החזרת המערכת לפעולה רגילה

- פתיחת מגוף יציאה לבריכה וסגירת מגוף חמישי.
- הפעלת המשאבה.
- פתיחת מי טעימה.
- בדיקת הפרשי לחצים לתקינות.
- רישום ביומן הבריכה.
- בדיקת שדה של מדדי הכלור ו-pH ובמידה ותקינים לפתוח את הבריכה למתרחצים.



לסינון דיאטומי יש מספר יתרונות לצד חסרונות שנדונו במאמר זה ואולם עצם העובדה שבארצות מערביות רבות חל איסור בשימוש במסננים מסוג זה, במיוחד עקב הצורך להגן על הסביבה, מייתר לדעת כותב מאמר זה את שיקול הדעת לשימוש בסינון דיאטומי ומפנה ומפנה לכן לשימוש במסננים גרנולריים כנהוג ומקובל בעולם המערבי.

למסנן הגרנולרי יתרונות רבים כפי שבאו לידי ביטוי במאמר זה ושימוש בפולימרים כגון אלומיניום סולפט קאוגולציה (הפתתה) המקדמים את היתרון של השימוש בו באופן מובהק.

בסיפא נציין שקיים טרנד מסוים בארץ לשימוש במצע גרנולרי מזכוכית ואולם אין בשלב זה למערכת המגזין ולכותב מאמר זה אין בשלב זה דעה מקצועית מוצקה המשכנעת לשימוש במצע מסוג זה, ובעצם ימים אלו אנו בוחנים את הנושא כמיטב יכולתנו. מה שבטוח הוא רצוי להמתין לניסיון שיצטבר בשטח ובמיוחד לתוצאות של בדיקה מקצועית מחקרית של אנשי מקצוע בלתי תלויים.



חתך מסנן גרנולרי שהוצג בתערוכה לבריכות שחייה ברצלונה 2013

© כל הזכויות שלמורות לקבוצת ד.לבקוביץ ייעוץ והדרכה בע"מ

- [Bleknet.com](http://Bleknet.com) אתרי