

Test av Ecozone Magnoball

RISE Research Institutes of Sweden AB **Bioraffinaderi och energi - Kretsloppsteknik**

Utfört av

Karin Berg



På uppdrag av

Villaägarnas Riksförbund Produktgranskning

RISE Research Institutes of Sweden AB

Postadress

Box 857

501 15 BORÅS

Besöksadress

Ultunaallén 4

756 51 Uppsala

Tfn / Fax / E-post

010-516 50 00

033-13 55 02

info@ri.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte RISE Research Institutes of Sweden AB i förväg skriftligen godkänt annat.

Sammanfattning

På uppdrag av Villaägarna har en vattenbehandlande produkt mot kalk testats. *Ecozone Magnoball* som är en plastbeklädd magnetboll har testkörts i en diskmaskin. Genom totalhårdhetsmätning och fotografering har produkten testats utifrån sin marknadsföring. Testen genomfördes i rent vatten och med diskmedelsdosering. Vid samtliga test var diskmaskinens interna avhärdningssystem inaktivt (tomt på diskmaskinssalt). Magnetbollen testades med två olika diskmedel, ett med uttalad mjukgörande effekt och ett utan.

Totalhårdhetsresultaten visar att magnetbollen vid disk i rent vatten (utan diskmedel) har en effekt av att motverka uppbyggnad av nya beläggningar. Vid disk i vatten med diskmedel har det dock inte kunnat påvisas någon sådan effekt, och detta gäller både vid användande av diskmedel med och utan mjukgörande effekt. Ingen effekt av att reducera redan befintliga beläggningar har upptäckts vare sig med eller utan diskmedel.

Resultatet av fotograferingen visar att det inte finns någon synbar effekt av minskade vita fläckar på tallrikar efter disk med magnetboll. Detta gäller både vid disk i rent vatten och med diskmedel med och utan mjukgörande effekt.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Inledning och bakgrund	4
Hårdhet	4
Avhärtnings och avkalkningsmetoder i hushållet	5
Diskmaskin	6
Ecozone Magnoball	7
Test av hårdhet i vatten	10
Förutsättningar, metod och begränsningar	10
Syfte och mål	11
Genomförande	11
Resultat och diskussion	15
Totalhårdhetsanalys	15
Inkommande färskt vatten (Försöksuppställning 1)	15
Inkommande lagrat vatten (Försöksuppställning 2)	15
Avlopp från försök med färskt inkommande vatten (Försöksuppställning 1)	15
Avlopp från försök med lagrat inkommande vatten (Försöksuppställning 2)	17
Fläckanalys	18
Maskinkörning utan diskmedel	18
Maskinkörning med diskmedel med mjukgörande effekt (Sun professional ECO)	21
Maskinkörning med diskmedel utan mjukgörande effekt (Finish powerball classic)	22
Sammanfattande diskussion	25
Slutsats	25
Källförteckning	26

Inledning och bakgrund

På uppdrag av Villaägarna ska en avkalkningsprodukt kallad *Ecozone Magnoball* testas och utvärderas genom användning i en diskmaskin. Produkten består av en plastbeklädd permanentmagnet som är tänkt att användas i disk- eller tvättmaskin. *Ecozone Magnoball* är en typ av magnetisk vattenbehandlingsprodukt.

Magnetisk vattenbehandling är ett kontroversiellt vetenskapsområde där ingen enighet råder. Vissa hävdar att det fungerar medan andra hävdar att det helt saknas effekt. Omfattningen av detta projekt innefattar inte att undersöka eller förklara den eventuella fysikaliska funktionsprincipen vid magnetisk vattenbehandling utan syftet är att undersöka om produkten har den effekt som påstås.

Hårdhet

Vattenhårdhet är ett mått som anger koncentrationen av Magnesium (Mg) och Kalcium (Ca) i ett vatten. Totalhårdheten definieras som summan av Mg- och Ca-koncentrationerna uttryckt i kalciumkarbonatekvivalenter och mäts i enheten mg/L (American Public Health Association et al. 1985). Hårdheten, som påverkar vattnets kvalitet, varierar kraftigt i landet (Wennerholm 1995). Ett hårdare vatten kräver högre dosering av tvål, disk- och tvättmedel än ett mjukare (Blois & Hedberg 2003) eftersom lösta Ca- och Mg-joner hämmar medlets fettlösande funktion. Hårt vatten medför dessutom mer utfällningar av svårslösliga salter som skapar beläggningar på hushållsmaskiner och vitvaror. Dessa beläggningar minskar värmeöverföring, det vill säga ökar energiförbrukningen, och kan orsaka igensättning av rör och ledningar (Wennerholm 1995). Hårt vatten sänker även kvaliteten på maskintvätt- eller disk. Textilier tvättade i hårt vatten blir sträva och vid disk kan synbara fläckar lämnas på disken och i diskmaskinen (Blois & Hedberg 2003).

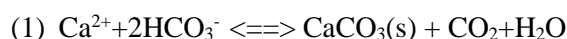
Tabell 1 visar bedömningen av olika vattenhårdhetsgrader.

Tabell 1: Vattenhårdhet (Wennerholm 1995)

°dH	Bedömning
<2	Mycket mjukt
2-5	Mjukt
5-10	Medelhårt
10-21	Hårt
≥ 21	Mycket hårt

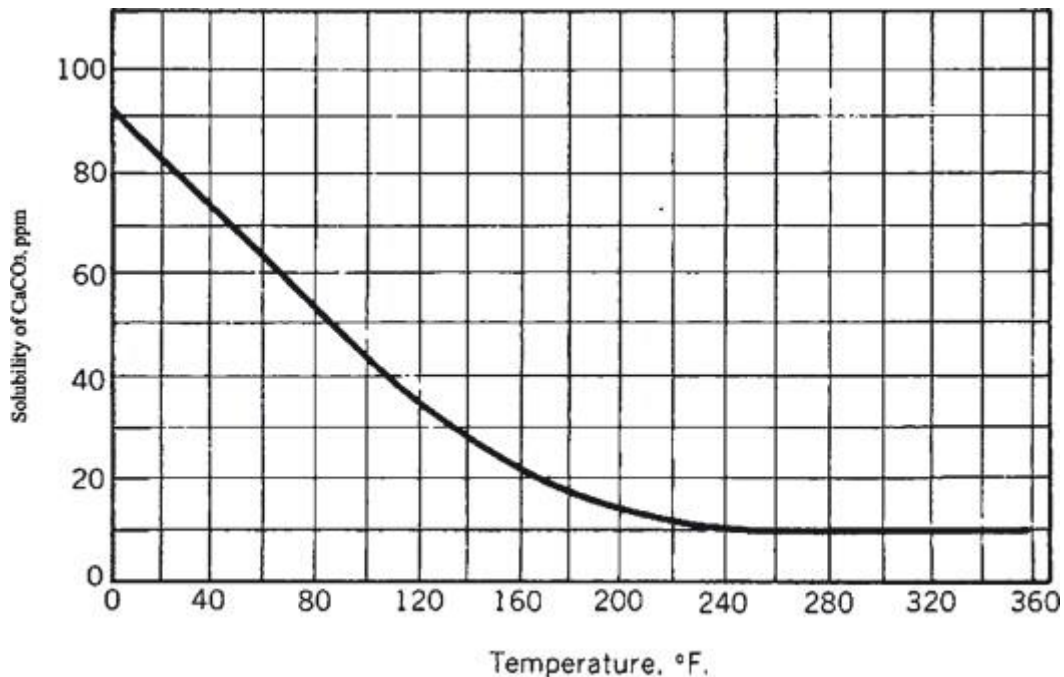
Totalhårdhet definieras som temporär hårdhet + permanent hårdhet. Temporär hårdhet definieras som mängden Mg och Ca som balanseras av karbonater och vätekarbonater. Temporär hårdhet kan därför även kallas karbonathårdhet. Permanent hårdhet definieras som överskottet av Mg och Ca (American Public Health Association et al. 1985). Det är salter av karbonater och vätekarbonater som faller ut och därför är det den temporära hårdheten som orsakar beläggningar.

Kalciumkarbonat är ett salt som kan förekomma både löst och i utfälld form enligt jämviktsreaktion i ekvation 1 (Wennerholm 1995). Om jämvikten förskjuts åt höger ökar halten av utfälld kalciumkarbonat.



Jämvikten påverkas av pH, temperatur och den joniska miljön. Händelser som kan orsaka att jämviktsreaktionen går åt höger, mot ökad andel utfällning, är temperaturökning, temperaturminskning, avgång av koldioxid eller ökning av pH-värde (Chilingar et al. 2008).

I rent vatten förskjuts jämvikten åt höger (lösligheten av CaCO_3 minskar) med temperaturen enligt figur 1 (Chilingar et al. 2008).



Figur 1: Löslighet av CaCO_3 vid olika temperaturer (Chilingar et al. 2008)

Simuleringar *OLI Studio* visar dock att kalciumkarbonat i lösningar med andra salter har en ökande löslighet med ökande temperatur tills ett löslighetsmaximum uppnås någonstans mellan 50-100 grader (beroende på saltlösningen). Därefter minskar lösligheten igen (Bialik 2022). Om ett vatten doseras diskmedel kan det antagas att både pH och den joniska miljön påverkas, och således påverkas även kalciumkarbonats löslighet (jämvikten).

Det råder viss oklarhet kring den exakta definitionen av hårdhet. Enligt flera robusta källor definieras hårdheten som den totala koncentrationen av Ca och Mg, alltså utan distinktion om jonerna förekommer i fast eller löst form (American Public Health Association et al. 1985, Nalco Company 2009). Det förekommer också källor som definierar hårdhet som koncentrationen av löst Ca och Mg (BBC 2022). Det är bara den lösta andelen av Ca och Mg som har potential att fällas ut när jämvikten förskjuts åt höger, (mot ökad fastfas av kalciumkarbonat). Det förekommer också till största del löst Ca och Mg i kallt kranvatten. Hårdhetsmättet används ofta för att bedöma/mäta vattenkvalitet. Mättet talar om potentialen/risken för att dessa problem förknippade med hårt vatten uppstår när vatten används i olika processer/maskiner. Kanske har hårdhetsbegreppets starka koppling till negativa effekter av hårt vatten gjort att definitionen felaktigt tolkats gälla endast den lösta koncentrationen av Ca och Mg. Kanske har hårdhetsbegreppet felaktigt eller slarvigt tolkats gälla endast den lösta koncentrationen av jonerna eftersom dessa utgör den största andelen i kallt kranvatten (inkommande vatten till olika processer och maskiner). Alternativt förefaller det finnas två olika definitioner. I den här rapporten kommer det vid användande av begreppen *hårdhet* och *totalhårdhet* syftas till det totala innehållet av Ca och Mg, oavsett fas.

Avhärtnings och avkalkningsmetoder i hushållet

På platser där grundvattnet är hårt och central avhärtning saknas fås ett hårt dricksvatten. Många hushåll och industrier på sådana platser väljer att installera en hushållsjonbytare, som ofta kallas avhärtningsfilter i handeln. En jonbytare är ett filter som laddas med joner, vanligen natriumjoner när jonbytaren används för avhärtning (Blois & Hedberg 2003). När hårt vatten passerar en jonbytare med natrium (Na) i jonbytesmassan ersätts Ca och Mg av Na.

Dricksvatten som passerat jonbytaren kommer alltså ha en lägre koncentration av Ca och Mg och följaktligen en lägre totalhårdhet med korresponderande vattenkvalitet.

Vissa hushållsmaskiner kan även ha ett lokalt ”avhårdningssystem”. Diskmaskiner kan t.ex. ha ett system för dosering av disksalt av natriumklorid (NaCl). Saltet fungerar likt jonbytaren genom att Na byter plats med Ca och Mg (Finish 2022). På så vis minskar den temporära hårdheten (då mängden Ca och Mg balanserat av karbonater minskar) även om totalhårdheten är oförändrad. Det är även vanligt att maskindiskmedel har en saltfunktion som mjukgör vattnet (det finns maskindiskmedel både med och utan mjukgörande effekt).

Om varken central eller lokal avhårdning finns i hushåll med hårt dricksvatten kommer maskiner som värmer vatten att utsättas för mycket avlagringar. Det kan då krävas ett regelbundet underhåll genom avkalkning. Det finns olika metoder för avkalkning: mekanisk, kemisk eller genom elektriska och magnetiska metoder (Wennerholm 1995). Mekanisk avkalkning är inte lämpligt för hushållsmaskiner eftersom dessa med stor sannolikhet inte är byggda för att kunna demonteras/bearbetas med verktyg. Kemisk avkalkning är vanligt förekommande. Det finns flertalet produkter speciellt framtagna för olika hushållsmaskiner. Det är även vanligt att avkalka med ”hemgjorda medel” genom olika syror som hittas i köket, som exempelvis ättika eller citron. Avkalkning genom elektriska och magnetiska metoder är ett kontroversiellt område där många olika förklaringsmodeller förekommer och ingen enighet råder (Wennerholm 1995).

Avkalkning /avhårdning med magnetiska metoder

Metoden att behandla vatten med magnetism har varit känd i många år, men trots detta har ingen trovärdig och unison fysikalisk förklaring kunnat ges.

En teori är att magnetfältet skulle påverka ytladdningen hos kristaller i vatten, detta skulle i sin tur påverka kristalluppbyggnadssättet och kristallstorleken. I fallet för kalciumkarbonat skulle magnetfältet ha en inverkan som gör att kalciumkarbonatkristallernas storlek ökar. Detta påstås förhindra att kristallerna klumpar ihop sig och sätter igen rör etc. En annan förklaringsmodell är att magnetbehandling av vatten medför flockulering av magnetiserbara mikropartiklar som bildar partikelaggregat, där utfälld kalciumkarbonat fastnar istället för att fastna på oönskade ytor.

En tredje förklaring är att magnetism skulle påverka vilken typ av kristallstruktur som bildas (Wennerholm 1995, Kobe et al. 2001). Det förekommer tre olika polymorfer av kalciumkarbonatkristaller: Kalcit, Aragonit och Vaterit. Av dessa tre är det Kalcit som framför allt förknippas med svärborttagliga beläggningar (Kobe et al. 2001).

Förutom att flera förklaringsmodeller förekommer finns också många olika uppfattningar om huruvida magnetisk vattenbehandling har någon effekt alls (Wennerholm 1995).

Diskmaskin

Diskmaskinen som användes för försöken var av märket Cylinda och modellen SV-DISK-N. En begagnad maskin valdes för att efterlikna verkliga förhållanden i ett generiskt hushåll. Maskinen var fullt fungerande.

Diskmaskinen var ansluten till kallvatten, och det inkommande vattnet värms i diskmaskinen. Kallvatten tas först in i maskinen tills det täcker botten i diskutrymmet. Cirkuleringspumpen tar via värmaren in kallvattnet från diskutrymmet. Cirkulationspumpen tar kallvattnet från utrymmet under avloppssilen i botten av maskinen. När vattnet passerat värmaren pumpas det till de roterande dysorna som sprutar det uppvärmda vattnet över hela diskmaskinen. Värmaren tar in nytt kallvatten (som nu är blandat med det nyss värmda vattnet) och värmer. På så vis cirkulerar vattnet i diskmaskinen tills önskad temperatur på vattenmassan har uppnåtts. En temperatursensor känner när denna temperatur är uppnådd, och då inaktiveras värmaren

samtidigt som cirkulationspumpen fortsätter att driva diskcykeln. Värmaren består av en metalltub som leder vattnet på insidan och har värmeslingor på utsidan (Nettoparts 2022).

När en magnetboll placeras i bestickkorgen, kommer det ingående kallvattnet aldrig i fysisk kontakt med bollen oavsett placering av bestickkorgen då vattennivån i botten av maskinen är för låg. Vid första värmningen skulle vattnet dock ha befunnits en kortare tid i samma utrymme som magnetbollen, så vattnet har då haft en kortvarig kontakt med magnetfältet. Efter första vattenvärmningen passerar vattnet dysorna som sprutar vattnet över disken, och en liten andel av vattnet kommer då ha haft fysisk kontakt med magnetbollen. Det innebär att när fler värmecykler har genomförts har också en större andelen vatten varit i fysisk kontakt med magnetbollen.

Normaldiskprogrammet håller 60 grader under huvuddisken men avslutas med en sköljning i 65 grader.

Ecozone Magnoball

Ecozone Magnoball är en produkt bestående av två magneter och ett mjukt TPE-överdrag (Ecozone 2022), se figur 2.



Figur 2: Fotografi av magnetbollen Ecozone Magnoball

Magnetbollen är tänkt att användas i diskmaskin eller tvättmaskin och bör enligt instruktionen på förpackningen inte användas i cykler över 60 grader. Enligt instruktionen är den kompatibel med alla typer av diskmedel/tvättmedel. Vid användande i diskmaskin ska bollen placeras i bestickkorgen.

Som konsument är det mycket svårt att förstå vilken förväntad effekt *Ecozone Magnoball* har. På *Ecozones* hemsida görs följande beskrivning:

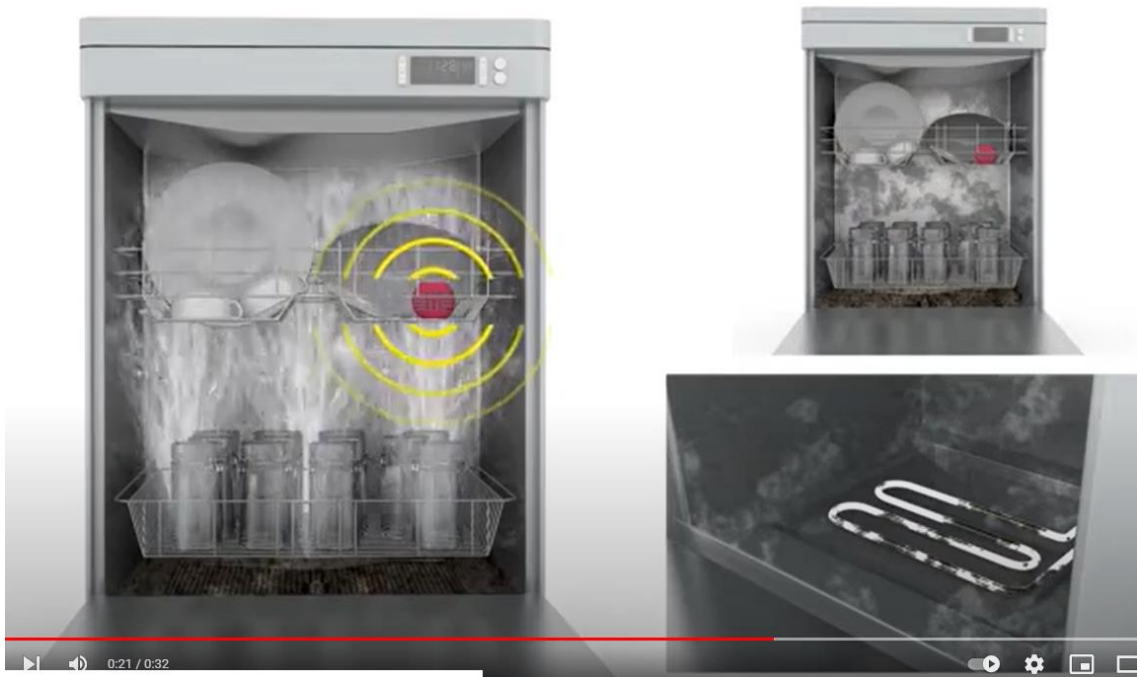
”Ecozone Magnoball is a maintenance product for your washing machine and dishwasher that can help to show effects of limescale removal in the wash process after around 5 washes“ (Ecozone 2022).

Utifrån den beskrivningen görs tolkningen att magnetbollens ska reducera redan befintliga kalkbeläggningar i diskmaskinen. På *Ecozones* hemsida finns också en video som visar hur produkten är tänkt att användas. Videon saknar både ljud och text vilket innebär att det är upp till tittaren att tolka vad *Ecozone* kommunicerar i rörlig bild. Efter avslutad disk med magnetbollen ses i videon att skinande ren disk kommer ut samt att maskinens insida är skinande ren. Som tittare är det nära till hands att göra tolkningen att diskbollen har flera effekter. Effekt på redan befintliga kalkbeläggningar i maskinutrymmet men också effekt för att hindra uppbyggandet av nya kalkbeläggningar i maskinutrymmet och på disken. På produktförpackningen står det ”Removes and prevents limescale”. På förpackningen står det alltså uttryckligen att magnetbollen både ska förhindra uppbyggande av kalkbeläggningar och ta bort redan befintliga. Ecozone ger ingen förklaring på hur magnetbehandlingen fungerar fysikaliskt, varken på hemsidan eller produktförpackningen.

SmartaSaker, som är en annan återförsäljare av *Ezone Magnoball*, har en mer generös beskrivning av magnetbollens funktionsprincip. Enligt *SmartaSaker* gäller följande:

”Magnoball är en stark magnet som med magnetism gör vattnet mjukare och motverkar kalkavlagringar. Magnoball placeras i bestickskorgen i diskmaskinen eller tillsammans med kläderna i tvättmaskinen. Tvätta och diska som vanligt, Magnoball kristalliserar det kalkrika vattnet och gör vattnet upp till 70% mjukare! Den kristalliserade kalken får därmed inget fäste på vattenledningar, kläder och disk vilket gör det möjligt att tvätta vid lägre temperaturer och använda mindre tvättmedel. Kläderna och disken blir renare och vattnet rinner bättre genom rören” (*SmartaSaker* 2022).

På *Smartasaker*-webbsidan finns också ett videoklipp som visar hur produkten används och vilken effekt den har. Det är inte samma videoklipp som på *Ecozones* hemsida, men likt *Ecozones* klipp saknas både ljud och text (se skärmklipp i figur 3-4). Genom att visa illustrationer på värmeslingor där kalk avlägsnas under körning samtidigt som bilder inne från diskutrymmet visas där inga synliga värmeslingor syns kan följande tolkning göras av videoklipppet, utan att beakta vad *Smartasaker* i övrigt har utlovat. Även i maskiner med värmeöverföringsytor som inte är synliga inuti diskmaskinen har magnetbollen en avkalkande effekt. En annan tolkning kan vara att magnetbollen endast har effekt på värmeöverföringsytorna i en sådan diskmaskin där värmeöverföringen sker genom synliga värmeelement inne i diskutrymmet.



Figur 3: Skärmklipp 1 från video på *SmartaSakers* hemsida (*SmartaSaker* 2022)



Figur 4: Skärmlapp från video på SmartaSakers hemsida (SmartaSaker 2022)

På *Ecozones* hemsida finns ingen information om att produkten skulle göra vattnet mjukare eller att den skulle medföra att du kan dosera mindre diskmedel. Det nämns heller inte om den avkalkande effekten endast gäller inne i diskutrymmet eller om det även gäller vid värmeöverföringsytan i den cylindriska värmaren belägen under diskutrymmet. Efter mejlkontakt med *Ecozones* kundtjänst skrevs att magnetbollen inte har någon effekt utanför utrymmet där direktkontakt med vattnet finns. Detta eftersom magnetbollen enligt kundtjänsten ska fungera genom att attrahera beläggningar kring sin struktur och på så vis hindra dessa från att fastna på någon annan yta. Genom kundtjänsten sades också att magnetbollen på så vis ger renare disk, något som inte nämns explicit på deras hemsida.

”As you mentioned, US dishwashers typically use a heating element which is exposed inside the main compartment (i.e. the magnoball could protect against limescale here). The EU dishwashers typically use a flow through element so the water is heated prior to entering the main compartment. The magnoball can't prevent limescale build up in internal piping and it will only prevent limescale build up inside the main compartment, reducing white marks on dishes, cutlery and the internals of the appliance itself. The magnoball works by attracting limescale onto its surrounding structure and so, if it isn't in the same vicinity as the water, it won't protect against limescale here“ (mail från *Ecozones* kundtjänst 21-11-15).

Medan man på *Ecozones* hemsida säger att *Ecozone Magnoball* tar bort kalkavlagringar i diskmaskinen (och genom videon kommunicerar att disken och maskinen blir renare) säger *SmartaSaker* att produkten mjukgör vattnet, ger renare disk och tar bort avlagringar (och genom videon visas att avlagringar tas bort även från värmeelement). Vad gäller funktionsprincipen säger *Ecozones* kundtjänst att magnetbollen adsorberar kalkbeläggningar medan *SmartaSaker* hävdar att magnetbollen kristalliserar kalken på ett sätt så att den inte fastnar i maskinen och på disken.

Test av hårdhet i vatten

Uppsala Vatten som är ett ackrediterat vattenlaboratorium har genomfört totalhårdhetsanalyser. Genom att analysera koncentrationen av Ca och Mg enligt standardmetod (SS-EN ISO 17294-2:2016) beräknades totalhårdheten. Innan analyserna genomfördes konserverades vattenproverna med en syra. Om det skulle förekomma utfällda salter av Ca eller Mg i vattenproverna löses dessa upp av syran. Analysen har alltså mätt både lösta och utfällda salter av Ca och Mg.

När vatten körs genom en diskmaskin kommer lösningsjämvikten på avloppsvattnet förändras jämfört mot inkommande vatten. Då analysmetoden för total hårdhet (SS-EN ISO 17294-2:2016) innebär att alla eventuella fasta salter i vattenprovet löses upp kommer ingen skillnad mellan prover att märkas om de innehåller samma mängd Ca och Mg men har olika andelar lösta och utfällda salter. Om beläggningar skulle byggas upp inne i diskmaskinen kommer mängden Ca och Mg vara lägre i avloppsvattnet jämför med ingående vatten. Analysen kommer då uppmäta en lägre koncentration av Ca och Mg i avloppsvattnet och således en lägre totalhårdhet.

Om diskmedel doseras går det dock inte att veta om Ca och Mg kan ha tillförts avloppsvattnet via diskmedlet eftersom det inte går att få veta exakt kemiskt innehåll (konfidentiell information).

Förutsättningar, metod och begränsningar

Utifrån tillgänglig information om *Ecozone Magnoball* är det oklart hur tillverkaren och återförsäljarna menar att avhårdningen/avkalkningen är tänkt att fungera rent fysikaliskt. Det är också svårt att förstå exakt vilken effekt magnetbollen kan väntas ha då olika information ges på olika ställen. Det kan tänkas att en kund utifrån den information som ges på produktförpackningen och på webbaserade försäljningssidor kan ha en eller flera av följande förväntningar:

1. Vita fläckar i maskinen och på diskad disk minskar. Disken blir renare genom att magnetbollen motverkar att utfällningar fastnar på disken.
2. Diskmedlet får högre effektivitet, disk blir renare från matrester.
3. Mindre beläggningar vid värmeöverföringsytor, magnetbollen motverkar försämring av diskmaskinens energieffektivitet.

De genomförda försöken har helt begränsats till att utföras utan matrester på grund av omöjligheten att annars genomföra enhetliga och likvärdiga försök vid körning med och utan magnetboll samt enhetliga och likvärdiga repetitioner. Alltså har försöken inte varit ämnade att undersöka den potentiella effekten listad som nr 2 i listan ovan.

En kvantitativ metod genom totalhårdhetsmätning på inkommande och utgående vatten vid maskinkörning med och utan magnetboll har valts för att uppmäta en eventuell effekt av magnetbollen. Resultatet visar om magnetbollen har en påverkan på den mängd Ca och Mg som kommer ut ur diskmaskinen, men resultatet säger inte nödvändigtvis något om vilka beläggningar/utfällningar som motverkas (effekt 1 eller 3). Totalhårdhetsanalysen har genomförts med maskindisk i rent vatten, med diskmedel utan mjukgörande effekt samt med diskmedel med mjukgörande effekt.

En kvalitativ metod genom att visuellt analysera fläckar gjordes för att undersöka effekt nr 1 i listan ovan. Det hade även varit intressant att utvärdera om beläggningar kring värmeöverföringsytor påverkas (effekt 3 i listan ovan), men begränsade resurser gjorde att detta inte kunde rymmas inom ramen för projektets avgränsning.

Syfte och mål

Syftet med projektet har varit att från ett kundperspektiv undersöka om produkten *Ecozone Magnoball* fungerar enligt marknadsföring.

Målet är att:

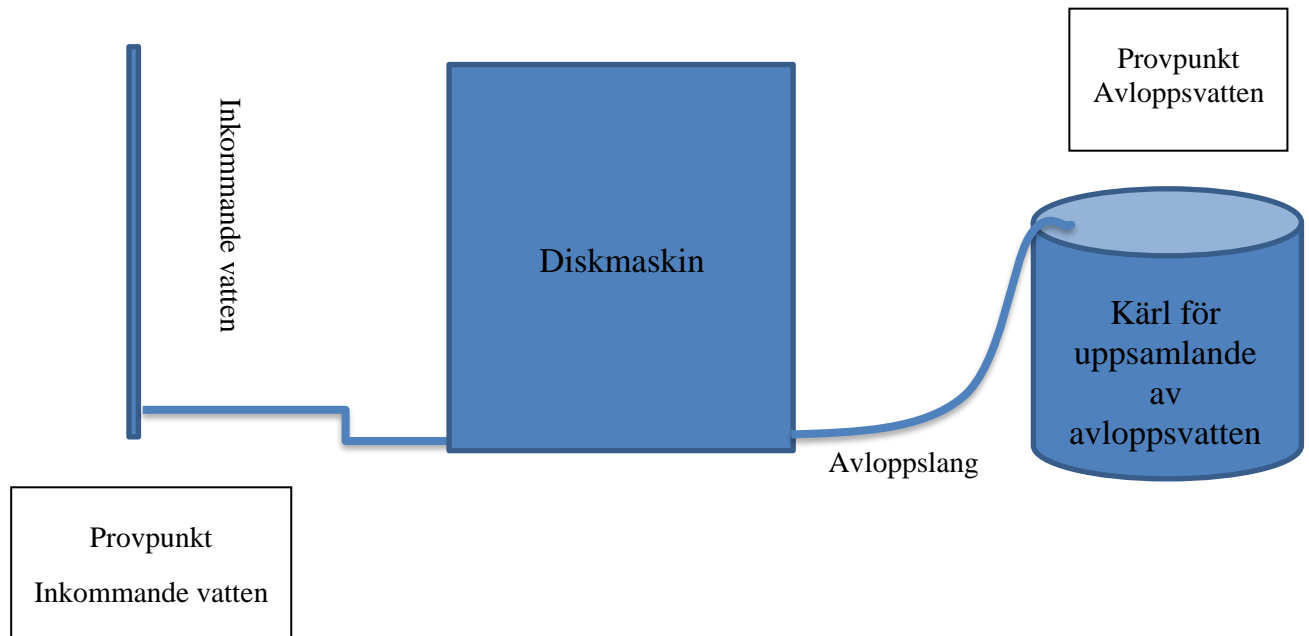
- Genom totalhårdhetsmätning kvantitativt besvara frågan om *Ecozone Magnoball* har någon effekt
- Genom fotografering av diskad disk kvalitativt besvara frågan om *Ecozone Magnoball* ger mindre synliga fläckar

Genomförande

Initialt planerades för fyra försökstillfällen. Utförandeplatsen, en pumpstation i Bälinge, valdes på grund av det hårda vattnet som finns där. Vid varje försökstillfälle kördes ett diskprogram med magnetboll och samma diskprogram utan magnetboll som referens. Försöken genomfördes både med och utan diskmedel. Försökstillfällena planerades på olika veckor och veckodagar för att minimera risken för eventuella periodiska/systematiska avvikelser i vattenkvaliteten på inkommande vatten. Försöken kördes alltid samma tid på dygnet eftersom det annars saknades marginal att lämna vattenproverna i tid till laboratoriet. Varje typ av vattenprov gjordes i tre replikat.

Diskmaskinen som användes var begagnad för att på bästa sätt simulera en generisk maskin i ett hushåll. Innan försöksstart kontrollerades att det interna avhärddningssystemet genom salt dosering inte var aktivt, dvs behållaren för salt var tom samt att inget annat inbyggt avhärddningssystem fanns installerat i maskinen. Flera diskprogram kördes innan försöksstart med rent försöksvatten (hårt vatten) för att skölja bort eventuella rester av salter och diskmedel ur systemet.

Figur 5 illustrerar den första försökstillställningen.



Figur 5: Försöksupställning 1 i Bälunge

Slangen för inkommande vatten till diskmaskinen var T-kopplad med en vattenkran som möjliggjorde uttag av vattenprov simultant som diskprogrammet kördes. Diskmaskinens avloppslang monterades till en stor hink med kapacitet att lagra hela avloppsvolymen. Vattenprover på avloppsvattnet gjordes från hinken efter omrörning efter avslutat diskprogram.

Vid varje försökstillfälle användes diskprogrammet *Normaldisk*, och vid försök med diskmedel användes diskmedelstabletter för identisk dosering. Vid varje körning med magnetboll användes en oanvänd magnetboll som placerades mitt i bestickkorgen på nedersta våningen i diskmaskinen, se figur 6.

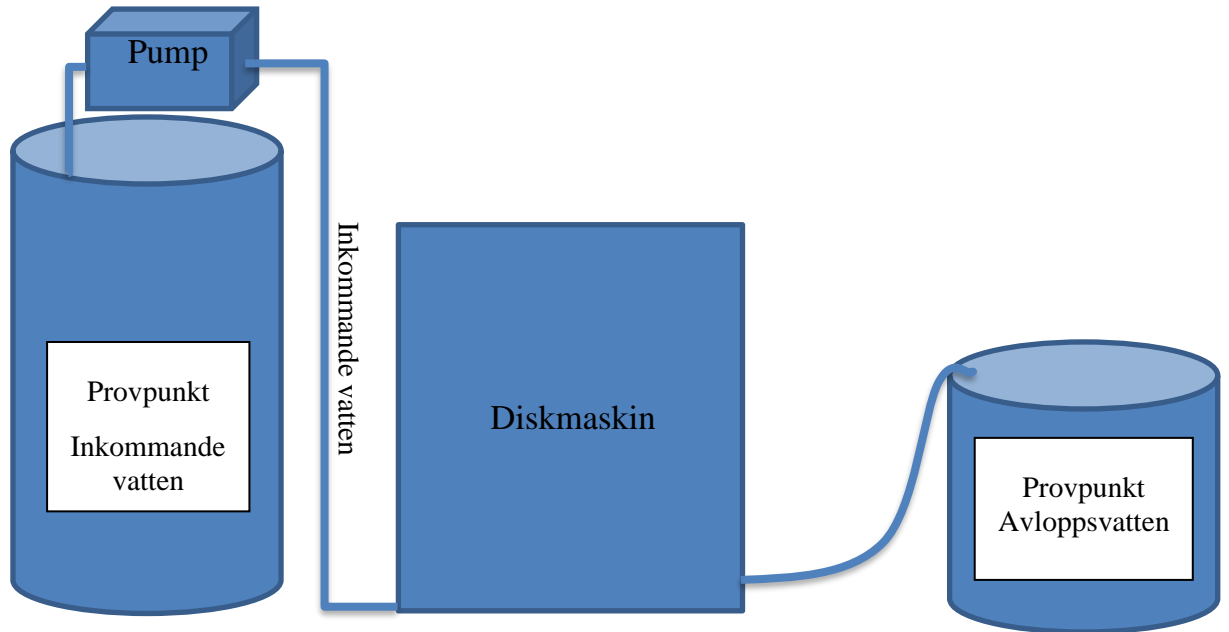


Figur 6: Placering av magnetboll vid samtliga försök

Efter varje diskprogram med magnetboll kördes ett sköljprogram utan magnetboll för att skölja bort det vatten som fanns kvar i avloppsslangen och som kan ha haft kontakt med magnetbollen.

Diskmedlet som användes var ”Sun Professional ECO” och det valdes inte ut baserat på några särskilda egenskaper. Diskmedlet togs från RISE fikarum och antagandet gjordes att det därför skulle kunna vara ett generiskt diskmedel. Fullständig innehållsförteckning på diskmedlet saknas men enligt förpackningen ska diskmedlet ha en mjukgörande effekt.

Efter de initiala försöken gjordes tre kompletterande försök med ett diskmedel utan mjukgörande effekt. Diskmedlet ”Finish powerball classic” valdes baserat på att det uttryckligen framgick av förpackningen att medlet saknar mjukgörande effekt. Detta diskmedel var också i tablettform. Vid dessa försök ändrades försöksuppställningen av praktiska skäl, se figur 7. Diskmaskinen flyttades från försöksplatsen i Bälinge till RISE lokaler. Det hårda vattnet hämtades i dunkar och lagrades sedan i en stor tunna vid RISE. I denna försöksuppställning användes en pump för att bygga det tryck som maskinen behöver för att ta in vatten. Vid dessa tre körningar togs bara en uppsättning prover på inkommande eftersom maskinkörning med och utan magnetboll tog vatten ur samma reservoar. Prover på avloppsvatten togs på motsvarande sätt från ett uppsamlingskärl efter avslutat diskprogram.



Figur 7: Försökupställning 2 på RISE

Fläckanalysen genomfördes genom att diska oanvända tallrikar och fotografera dessa. När tallrikarna placerades vertikalt i diskstället kunde inga synliga fläckar erhållas, varken med eller utan magnetboll. Därför placerades tallrikarna istället liggandes horisontellt på diskstället i nedre korgen, se figur 8.



Figur 8: Uppställning av tallrikar vid fläckanalys

Figur 8 visar också att två olika tallrikar användes. Den grå tallriken har en strävare yta och en kant som fångar upp en mindre vattenmängd efter disk. Vid försöken läts denna vattenmängd dunsta innan fotograferingen genomfördes. Den mörkare tallriken har en glattare yta och dessutom en helt platt botten. Den svarta tallriken fångade inte upp någon vattenmängd men hade efter disk enstaka större vattendroppar som ej runnit av.

Vid alla försök placerades samma tallriksmodeller på samma plats och diskprogrammet *Normaldisk* kördes.

Resultat och diskussion

Totalhårdhetsanalys

Inkommande färskt vatten (Försöksuppställning 1)

Tabell 2 visar att det inkommande vattnet från vattenkranen i Bälinge håller jämn hårdhetskvalitet. Att det i två fall förekommer en serie där ett av replikaten uppmätte 18 °dH antas bero på analysmetodens osäkerhet och dess avrundning till närmsta heltal snarare än en variation i vattenkvaliteten. Då ingen av serierna är statistiskt skilda antas det att det var samma totalhårdhet på inkommande vatten till alla maskinkörningarna.

Tabell 2: Totalhårdhet på färskt inkommande vatten från provpunkten. Analysmetodens osäkerhet är ± 16%

Maskinkörning	Replikat	21-09-15	21-09-27	21-10-05	21-10-12
Med magnetboll	1	17 °dH	17 °dH	17 °dH	17 °dH
	2	17 °dH	17 °dH	17 °dH	17 °dH
	3	17 °dH	17 °dH	18 °dH	17 °dH
Utan magnetboll	1	17 °dH	17 °dH	17 °dH	18 °dH
	2	17 °dH	17 °dH	17 °dH	17 °dH
	3	17 °dH	17 °dH	17 °dH	17 °dH

Inkommande lagrat vatten (Försöksuppställning 2)

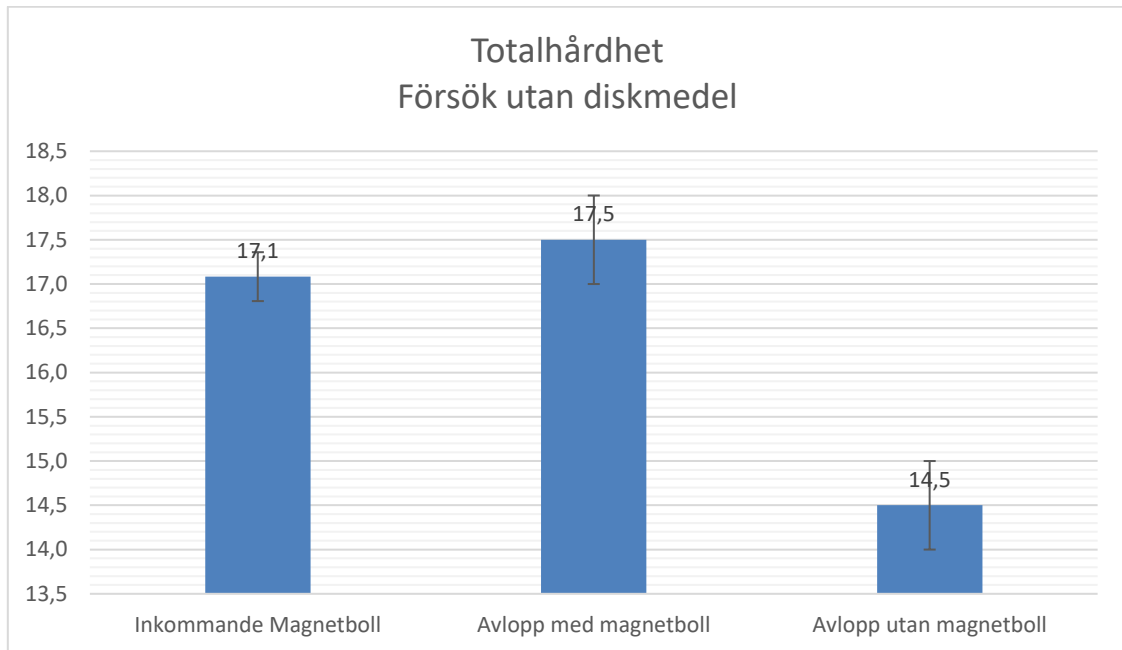
Vid den andra försöksuppställningen på RISE höll det ingående vattnet också en jämn hårdhetskvalitet, dock uppmättes värdet till en grad lägre än när vattnet togs färskt direkt från kranen. Vid försöksuppställningen togs inkommande vatten ur en och samma vattentank vilket är anledningen till att en och samma provtagning representerar båda maskinkörningarna (med och utan magnetboll) under samma dag. Se resultatet i tabell 3.

Tabell 3: Totalhårdhet på inkommande vatten från lagringstank. Analysmetodens osäkerhet är ± 16%

	Replikat	2022-02-09	2022-02-14	2022-02-15
Inkommande (från vattentank)	1	16 °dH	16 °dH	16 °dH
	2	17 °dH	16 °dH	16 °dH
	3	16 °dH	16 °dH	16 °dH

Avlopp från försök med färskt inkommande vatten (Försöksuppställning 1)

Figur 9-11 visar medelvärdet av resultaten från de upprepade försöken och de tre replikaten av samma prov. Felstaplarna visar standardavvikelsen. Figur 9 visar resultatet av hårdhetsanalysen på avloppsvatten från försök utan diskmedel.



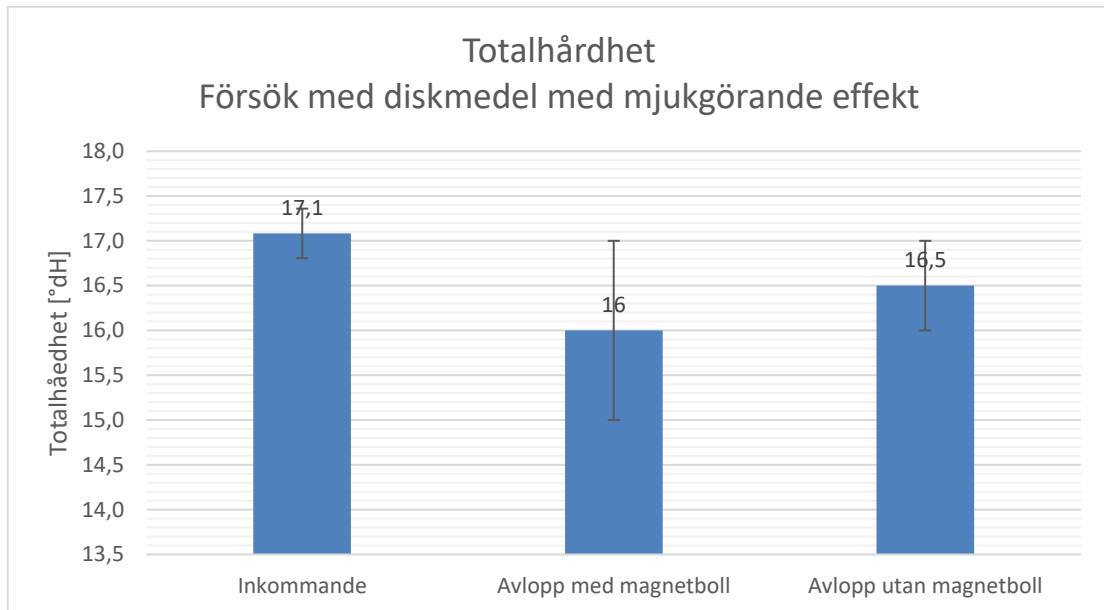
Figur 9: Totalhårdhet och standardavvikelse vid försök utan diskmedel. Analysmetodens osäkerhet är $\pm 16\%$

Vid försök utan diskmedel är hårdheten på inkommande vatten och hårdheten på avlopp från körning med magnetboll inte statistiskt skilda då deras standardavvikelser överlappar. Hårdheten på avloppsvattnet från maskinkörning utan magnetbollen är statistiskt skild från de övriga. Det betyder att vid användande av magnetboll kommer sannolikt lika mycket Mg och Ca ut i avloppet som kommer in med ingående vatten till diskmaskinen. När magnetbollen inte användes sjönk hårdheten på avloppsvattnet i förhållande till inkommande och det betyder att en del av den Ca och Mg som kom in i systemet med inkommande vatten aldrig kom ut via avloppet. Det indikerar att utfällningar har lämnats någonstans i systemet mellan inkommande och utgående vatten. Resultatet säger ingenting om var i diskmaskinen dessa avlagringarna primärt har fastnat.

Om magnetbollen har en avkalkande effekt kan det tänkas att salter i inkommande vatten hindras från att fällas ut samtidigt som befintliga avlagringar i maskinen löses upp, vilket i teorin borde leda till högre utgående hårdhet än inkommande. Kanske är den avkalkande effekten så låg per körning att den döljs av standardavvikelsen (enligt tillverkaren skulle det krävas fem körningar för att kunna upptäcka effekt). Ett annat tänkbart scenario är att det inte finns så höga halter av befintliga avlagringar i systemet. Ingen slutsats kan dras kring den avkalkande effekten, men figur 9 visar att magnetbollen åtminstone hindrar uppbyggnad av nya avlagringar.

Enligt tillverkaren fungerar magnetbollen på så sätt att utfällda saltkristaller fastnar på bollen istället för på andra ställen i diskmaskinen. Det är lite som talar för detta eftersom det är lika mycket Ca och Mg som kommer ut ur systemet som kommer in.

Figur 10 visar medelvärdet av totalhårdheten för försök då diskmedel med mjukgörande effekt doserades i diskmaskinen. I detta försök kan ingen direkt jämförelse mellan inkommande och utgående vatten göras eftersom innehållsförteckning på diskmedlet saknas. Det går då inte att veta om en viss del Ca eller Mg i avloppet kommer från diskmedlet. Däremot kan de två avloppsanalyserna jämföras eftersom de haft identisk dosering av diskmedel.

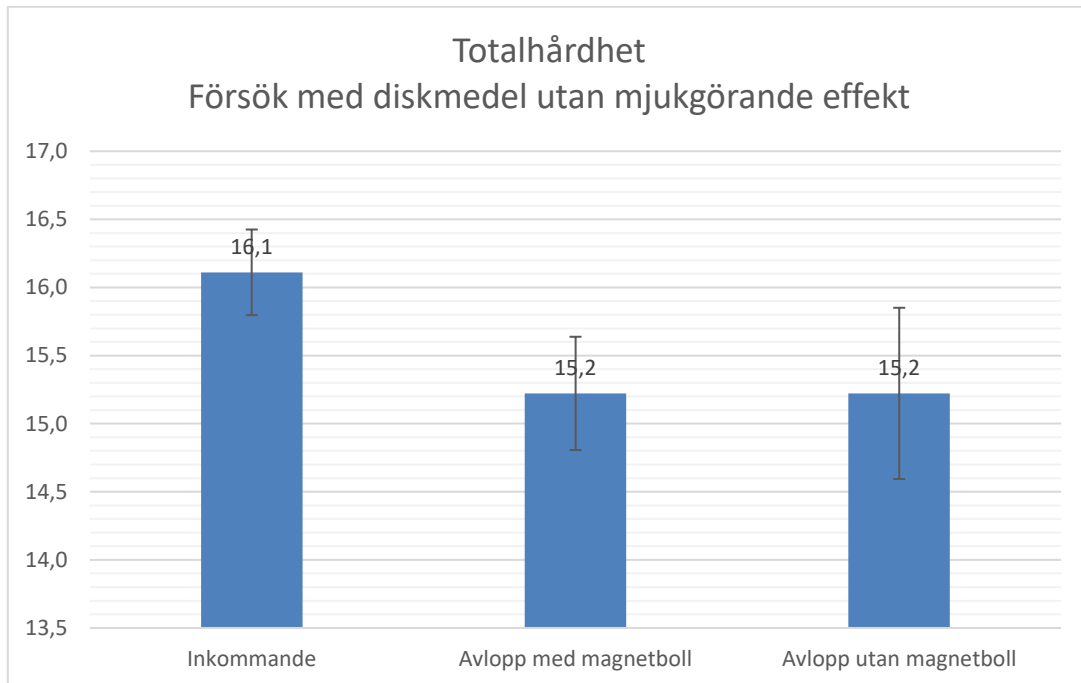


Figur 10: Totalhårdhet och standardavvikelse för försök med diskmedel med mjukgörande effekt. Analysmetodens osäkerhet är $\pm 16\%$.

Felstaplarna i figur 10 visar att hårdhetsresultaten av avloppsvattnen inte är statistiskt skilda. Alltså antas det att det är samma totalhårdhetsgrad i utgående vatten från både körningen med och utan magnetboll. Det är oklart om diskmedlet i detta fall hindrar effekten av magnetbollen (som sågs i körningar utan diskmedel i figur 9) eller om diskmedlet medför samma effekt som magnetbollen. Oavsett vilket är slutsatsen att magnetbollen i detta fall inte tillför något. Det är sannolikt lika mycket Mg och Ca som kommer ut ur systemet oavsett om magnetbollen används eller inte.

Avlopp från försök med lagrat inkommande vatten (Försöksuppställning 2)

I figur 11 visas medelvärdet av resultaten från försök med ett diskmedel utan mjukgörande effekt. Likt i figur 10 kan hårdhetsresultatet från avloppsvattnen inte jämföras direkt mot inkommande vatten då innehållsförteckning för diskmedlet saknas.



Figur 11: Totalhårdhetsanalys och standardavvikelse för försök med diskmedel utan mjukgörande effekt. Analysmetodens osäkerhet är $\pm 16\%$.

Felstaplarna visar att hårdhetsresultaten på avloppsvattnen inte är statistisk skilda. Således blir slutsatsen även i detta fall att magnetbollen inte tillför någon effekt, trots användning av ett enklare diskmedel utan mjukgörande effekt.

Fläckanalys

Maskinkörning utan diskmedel

Figur 12 visar de två olika tallrikarna efter diskmaskinskörning med magnetboll.



Figur 12: Tallrik 1 och 2 diskade utan diskmedel och med magnetboll.

Figur 13 visar tallrikarna efter maskinkörning utan magnetboll.



Figur 13: Tallrik 1 och 2 diskade utan diskmedel och utan magnetboll

Genom att jämföra den grå tallriken med och utan magnetboll (i figur 12 och 13) görs bedömningen att de är likvärdigt fläckiga baserat på att det i båda fallen finns klart synliga fläckar. Detsamma gäller den svarta tallriken.

Maskinkörning med diskmedel med mjukgörande effekt (Sun professional ECO)

Figur 14 visar tallrikarna efter maskinkörning med magnetboll.



Figur 14: Tallrik 1 och 2 diskade med diskmedel med mjukgörande effekt och med magnetboll

Figur 15 visar tallrikarna efter maskinkörning utan magnetboll.



Figur 15: Tallrik 1 och 2 diskade med diskmedel utan mjukgörande effekt och utan magnetboll

Jämförelse av den grå tallriken vid maskinkörning med och utan magnetboll (figur 14 och 15) visar likvärdigt med synliga fläckar. Alltså ses ingen effekt av magnetbollen. Motsvarande jämförelse för den svarta tallriken visar synliga fläckar hos båda men något mindre vid körning utan magnetboll. Även i detta fall kan ingen positiv effekt av magnetbollen ses.

Maskinkörning med diskmedel utan mjukgörande effekt (Finish powerball classic)

Figur 16 visar tallrikarna efter körning med magnetboll .



Figur 16: Tallrik 1 och 2 diskade med diskmedel utan mjukgörande effekt och med magnetboll

Figur 17 visar tallrikarna efter maskinkörning utan magnetboll.



Figur 17: Tallrik 1 och 2 diskade med diskmedel utan mjukgörande effekt och utan magnetboll

För den grå tallriken görs bedömningen att disk med och utan magnetboll (figur 16 och 17) inte visar på mindre synliga fläckar vid användande av magnetbollen (det är snarare mer synliga fläckar vid användande av magnetboll). Vid motsvarande jämförelse av den svarta tallriken görs bedömningen att det är synliga fläckar på båda och därför ses ingen positiv effekt av magnetbollen där heller.

Som komplement till att fotografera tallrikar fotograferades också insidan på diskmaskinen efter varje maskinkörning vid fläckanalysen. Likt resultatet för tallrikarna sågs ingen effekt av magnetbollen på diskmaskinens väggar.

Sammanfattande diskussion

Totalhårdhetsanalysen utan diskmedel visar att magnetbollen har en vattenbehandlande effekt vid rent vatten (vatten utan diskmedel). Att det är samma koncentration av Ca och Mg i utgående vatten som ingående bevisar att magnetbollen faktiskt motverkat uppbyggnad av kalkbeläggningar (förutom där vatten ansamlas för att sedan dunsta och efterlämna beläggningar, t.ex på diskade objekt). Ingen avkalkande effekt, d.v.s. att magnetbollen skulle kunna lösa redan befintliga beläggningar, har kunnat bevisas.

Disk vid verkliga förhållanden innebär användande av diskmedel. När diskmedel användes sågs ingen effekt av magnetbollen utifrån hårdhetsanalysen. Det finns en möjlighet att andelen kristalliserad och löst salt skulle kunna skilja vid körningar med och utan magnetboll eftersom totalhårdhetsanalysen inte särskiljer dessa. En skillnad i koncentration av lösta joner skulle kunna påverka diskmedlets effektivitet att lösa fett. Eftersom koncentrationen av Ca och Mg i utgående vatten är lika hög vid både körning med och utan magnetboll (med diskmedel) antas det att det är lika mycket salt som hindrats från att bilda beläggningar i diskmaskinen i båda fallen.

Resultatet från totalhårdhetsanalyserna säger ingenting om ifall magnetbehandlat vatten är mer eller mindre benäget att bilda vattendroppar på diskad disk, och på så sätt lämna mer eller mindre utfällt salt (kalkfläckar) på disken utan att påverka koncentrationerna i utgående vatten.

Att ingen effekt av magnetbollen syns vid användande av diskmedel beror sannolikt på att diskmedlet gör samma jobb som magnetbollen såvitt beträffar kalk, och detta verkar gälla även diskmedel utan uttalad mjukgörande effekt.

Vid fläckanalysen kunde ingen effekt av magnetbollen upptäckas, inte ens vid disk i rent vatten. Resultatet från totalhårdhetsanalysen i rent vatten indikerar att Ca och Mg är mer benäget att följa med ut vid användande av magnetboll än utan. När vattenansamlingar stannar kvar i diskmaskinen påverkas inte koncentrationen av Ca och Mg i avloppsvattnet. När disken torkar genom att vattnet avdunstar lämnas saltkristallerna alltså kvar. Det förklarar varför fläckbildning på disk upptäcktes vid disk i rent vatten och vid användande av magnetboll trots att hårdhetsresultatet visade samma koncentration av Ca och Mg i utgående vatten som inkommande.

Märk väl att vid samtliga tester var diskmaskinens interna avhärddningssystem inaktivt (tomt på diskmaskinssalt).

Slutsats

Vid disk i rent vatten med diskmedel har det inte kunnat påvisats någon effekt på kalkbeläggningar vid användande av magnetbollen *Ecozone Magnoball*.

Magnetbollen har vid disk i rent vatten utan diskmedel visat en effekt av att motverka uppbyggnad av nya beläggningar. Ingen effekt av att reducera redan befintliga beläggningar har upptäckts.

Ingen synbar effekt av minskade vita fläckar på tallrikar efter disk med magnetboll har kunnat påvisas. Detta gäller både vid disk i rent vatten och med diskmedel med och utan mjukgörande effekt.

Samtliga tester är utförda med diskmaskinens interna avhärddningssystem inaktivt (tomt på diskmaskinssalt).

Källförteckning

American Public Health Association (APHA), America Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF). (1985). *Standard Methods for the examination of Water and Wastewater*. 16th edition.

BBC. *Hard Water*.

[Hard and soft water - Hard water - GCSE Chemistry \(Single Science\) Revision - WJEC - BBC Bitesize](#) (Hämtad 22-03-21)

Bialik, Marta. 2022. Intern kommunikation

Blois, Mark. Hedberg, Torsten. 2003. Avhårdning av dricksvatten-tillämpning i Sverige. Stockholm: Svenskt Vatten AB. 2003-35.

[VA-Forsk 2003-35.pdf \(griffel.net\)](#) (hämtad 22-03-21)

Chilingar, George. V. Mourhatch, Ryan. Al-Qahtani, Ghazi. D. 2008. *The Fundamentals of Corrosion and Scaling for Petroleum & Environmental Engineers*. Chapter 6 – Scaling.

[Calcium Carbonate - an overview | ScienceDirect Topics](#) (Hämtad 22-03-21)

Ecozone. *Magnoball anti-limescale*.

[Ecozone Magnoball | Ecozone Solutions Products OFFICIAL](#) (Hämtad 22-03-21)

Finish. *Vad gör diskmaskinssalt så effektivt?*

[Diskmaskinssalt | Finish \(finishinfo.se\)](#) (Hämtad 22-03-22)

Kobe, S. Drazic, G. McGuinness, P.J. Strazisar, J. 2001. *The influence of the magnetic field on the crystallisation form of calcium carbonate and the testing of a magnetic water-treatment device*.

[The influence of the magnetic field on the crystallisation form of calcium carbonate and the testing of a magnetic water-treatment device - ScienceDirect](#) (Hämtad 22-03-21)

Nalco Company. 2009. *The Nalco Water Handbook*. 3th edition.

Nettoparts. *Värmeelement, Cylinda diskmaskin – 1600W/230V*.

[Värmeelement, Cylinda diskmaskin - 1600W/230V \(nettoparts.se\)](#) (Hämtad 22-03-22)

SmartaSaker. *Magnetboll mot kalkavlagringar*.

[Magnetboll mot kalkavlagringar - Ecozone MagnoBall | SmartaSaker](#) (Hämtad 22-03-22)

Wennerholm, Hans. 1995. *Varmvattenberedares beständighet*. Borås: Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP). SP RAPPORT 1995:22

[*FULLTEXT01.pdf \(diva-portal.org\)](#) (hämtad 22-03-21)

