



Spridningen av gummigranulat från konstgräsplaner

En undersökning av Aggarpsvallen i Svedala kommun

FELICIA SVANTESSON 2017
MVEK02 EXAMENSARBETE FÖR KANDIDATEXAMEN 15 HP
MILJÖVETENSKAP | LUNDS UNIVERSITET



Felicia Svantesson MVEK02

Examensarbete för kandidatexamen 15 hp, Lunds universitet

Interna handledare: Johan Hollander, Akvatisk ekologi, Biologiska institutionen,
Lunds universitet

Externa handledare: Birgitta Bengtsson, Biolog hos Ekologgruppen AB i Landskrona

CEC - Centrum för miljö- och klimatforskning

Lunds universitet

Lund 2017

Abstract

The use of artificial football fields has increased drastically in Sweden since a few years back. Moreover, approximately hundred new fields are created each year. The infill material, consisting of rubber granulate made of old tires, are classified as the second largest source of micro-plastic dispersion to the oceans. This study aims to investigate the spread of the rubber granulate from two artificial football fields in the county Svedala in Sweden. In order to get an estimate of the amount of granulates, a sediment sampling of the adjacent watercourse and grass slope was implemented.

This study showed that there is approximately 0.5 ton granulate in the watercourse and 0.6 ton in the grass slope, which was estimated to have been there for these five years the fields have existed. Based on an interview with the football fields maintenance staff, approximately 0.78 ton granulate per 100 football players have been spread from the fields within five years. These results show a rough estimation of the total spread of around 1.88 ton granulate from the football fields since 2012 to 2017. Still, this is just a small amount of granulates added to the fields under these five years, which is between 25-35 ton on each (5-7 ton/year). Concerning the water treatment plant in Svedala, they could not see any rubber granulate in their purification processes. However, since rubber granulate are so small, and they did not have any existing methods to deal with micro- plastics, this is not ensured.

This highlights that there is a certain spread of rubber granulate from the football fields, and that there are not enough measures to prevent this according to this study. It also highlights that there are too few purification methods in the treatment plan to cleanse the water from eventual micro-plastics dispersal.

Innehållsförteckning

Abstract	1
1.Inledning	5
1.1. <i>Syfte</i>	7
1.1.1. Frågeställning	7
2. Metod	9
2.1. <i>Fält- och laboratoriearbete</i>	9
2.1.1. Sedimentprov i vattendrag.....	9
2.1.3. Prov på markyta i grässlätten	11
2.2. <i>Intervjuer</i>	12
2.3. <i>Avgränsningar</i>	12
3.Resultat	15
3.1. <i>Beräkning av granulat i vattendraget</i>	15
3.2. <i>Beräkning av granulat i slätten</i>	18
3.4. <i>Beräkning av granulat från fotbollsspelarna</i>	21
3.5. <i>Svedala reningsverk</i>	21
4.Diskussion	24
4.1. <i>Analys av spridningsvägarna</i>	24
4.2. <i>Problem med reningsverken</i>	27
4.4. <i>Möjliga framtida åtgärder</i>	29
4.5. <i>Framtida forskning</i>	30
5. Slutsats	33
Tack	35
Referenser	37
Bilaga 1.	41
Bilaga 2.	43

1. Inledning

Runt om i världen används stora mängder plast årligen. Produktionen har ökat drastiskt sedan 1950 talet då det producerades runt 1,5 miljoner ton plast varje år, vilket år 2009 uppgick till 230 miljoner ton (PlasticsEurope, 2010; Mathalon och Hill, 2014). Plastens hållbarhet och många användningsområden gör den mycket attraktiv i vårt samhälle. Trots plastens många fördelar har den samtidigt varit en bidragande faktor till ökad oro för vår miljö. Dess hållbarhet bidrar till problem eftersom den är motståndskraftig mot biologisk nedbrytning, vilket försvårar hanteringen av plasten efter förbrukning (Cole et al., 2011). Plast i sin polymerform kan därför kvarstå från decennier till millenium och dess hållbarhet samt kvarvarande egenskap bidrar till en kontaminering av miljöer världen över (Mathalon och Hill, 2014). Detta noteras speciellt i de marina miljöerna där den har visat sig ha negativa effekter på många ryggradslösa djur som musslor och zoo plankton (Browne et al., 2008; Carr et al., 2016).

I vattenmiljöer är det enligt Thompson (2009), Mathalon och Hill (2014), samt Talvitie (2015) framförallt mikroplaster, alltså plaster mindre än 5 mm, som anses vara ett problem på grund av storleken som gör dem lätta att missa (Norska Miljödirektoratet, 2014). Många reningsverk har inte metoder för att avlägsna mikroplaster från det inkommande vattnet, och de kommunala reningsverken misstänks vara en punktkälla till spridningen av mikroplaster till den marina miljön (Carr et al., 2017). Studier har visat att mikroplaster kan påverka vattenlevande organismer fysiskt genom exempelvis blockering av matsmältningsorgan som leder till svält (Cole et al., 2013). De påverkas också kemiskt då vissa mikroplaster kan läcka farliga kemikalier vilka kan påverka reproduktionssystemen (Talsness et al., 2009). Fiskar konsumerar regelbundet mikroplaster och ca 10 % av de marina, samt 8 % av de sötvattenlevande fiskarna i mexikanska golfen har visats sig ha mikroplaster i sig (Crawford och Quinn, 2017).

Gummigranulat är en typ av mikroplast som läggs på konstgjorda fotbollsplaner runt om i världen. År 2015 fanns det ca 1191 stycken fotbollsplaner med konstgräs i Sverige och det läggs runt 3–5 ton nytt

gummigranulat på varje plan årligen avseende underhåll (Magnusson et.al, 2016). Enligt en rapport av Magnusson et al. (2016) från IVL Svenska Miljöinstitutet, uppskattades ett svinn på 2 300–3 900 ton gummigranulat per år från planernas sammanlagda yta på ca 6 117 600 m². I rapporten noterar de att den vanligaste typen av gummigranulat som används är gummi från återvunna däck, så kallade SBR-gummi (styren butadien gummi), uppskattningsvis ca 90 %. SBR-gummi är ett av de minst miljövänliga alternativen då det även finns gummigranulat i form av EPDM (etylen propylen dien), TPE (termoplastisk elastomer) och ecork (gjort på korkek) som alla är bättre för miljön men dyrare i inköp (Magnusson et.al, 2016; Unisport, 2017).

I en rapport från Kemikalieinspektionen (2006), samt en studie av Li et al. (2010), visar undersökningar på att framförallt zink och fenol kan läckas ur gummigranulatet från fotbollsplanerna. Dessa ämnen kan i sin tur påverka sedimentära och vattenlevande organismer i omgivande vattendrag. Dock är mängden som läcks ut liten, varpå detta anses vara ett lokalt miljöproblem (Kemli, 2006). I en studie gjord av Bocca et.al (2009) har även andra ämnen påvisats läcka från gummigranulat så som magnesium, järn, strontium, aluminium, mangan och barium.

Enligt rapporten från IVL (2016) sker spridningen av gummigranulat från de konstgjorda fotbollsplanerna genom främst snöplogning och/eller via kläder eller skor som spelarna tar med sig ut från planerna. Detta sprids vidare genom dränering via dagvattenbrunnar, tvättmaskiner och avloppsvatten där en del går till reningsverken som ska försöka rena vattnet från dessa små plast partiklar.

I detta arbete kommer Aggarpsvallen i Svedala kommun att ingå i undersökningen. Kommunen är belägen i sydvästra delen av Skåne och har en yta på 227,11 km², samt ett kommuninvånarantal på 20 786 personer (Svedala kommun, 2017). Kommunen har fem konstgjorda fotbollsplaner och två av dessa finns på Aggarpsvallen (personlig kommunikation Anders Holmqvist, skötselansvarig för fotbollsplanerna i Aggarpsvallen i Svedala kommun, 2017). Enligt Holmqvist (2017) anlades dessa två fotbollsplaner år 2012 och det läggs mellan 5–7 ton gummigranulat/år per plan av typen SBR-gummi med storleken 1,0–2,8 mm (Ragn-Shell, 2013).

1.1. Syfte

Syftet är att undersöka och påvisa några av gummigranulatets potentiella spridningsvägar från de två konstgräsplanerna på Aggarpsvallen i Svedala kommun. I studien kommer även mängden granulat som sprids från respektive spridningsväg uppskattats. Framtida åtgärder för att minska spill av granulat skall också diskuteras.

1.1.1. Frågeställningar

- Vilken av de undersökta spridningsvägarna för granulatet från de två konstgräsplanerna är störst och hur mycket sprids från respektive?
- Har Svedalas reningsverk metoder för att hantera mikroplaster så som gummigranulat?
- Finns det framtida åtgärder som skötselansvariga av fotbollsplanerna och reningsverken skulle kunna använda sig av för att minska spridningen av gummigranulat?

2. Metod

Detta arbete inleddes med studier av vetenskapliga artiklar rörande befintlig forskning kring mikroplasters påverkan på miljön med avsikt att samla bakgrundsinformation i ämnet. Därefter utfördes fältarbete vilket bestod av provtagningar på bottensedimentet i det intilliggande vattendraget vid namn Aggarps diket vid fotbollsplanerna, samt en markprovtagning i grässlutningen angränsande till vattendraget. Detta utfördes för att få kvantitativa data på granulatets spridning från konstgräsplanerna till det närliggande området. Vidare genomfördes 2017-04-28 en intervju med fotbollsplanernas skötselansvarige Anders Holmqvist i Svedala kommun den 9 mars 2017, samt en med Lin Linde, VA ingenjör Miljö och teknik i Svedala kommun, den 28 april 2017. De beräkningar och statistiska tester som gjordes i studien utfördes i Excel.

2.1. Fält- och laboriearbete

2.1.1. Sedimentprov i vattendrag

I Aggarpsvallen ligger det två konstgjorda fotbollsplaner jämsides med varandra inom ett inhägnat asfalterat område (se figur 2). Utanför området finns också en vanlig gräsplan. De konstgjorda planerna har ett avrinningsystem placerat mellan sig, där överflödigt vatten kan dräneras till ett intilliggande vattendrag vid namn Aggarps diket. I det ca 340 m långa vattendraget togs prover på bottensedimentet med hjälp av en rörformad sedimentprovtagare med arean $38,48 \text{ cm}^2$ (se figur 1). Sex stycken provpunkter valdes ut längs med Aggarps diket, tre stycken togs den första fältdagen och tre vid nästa provtillfälle, eftersom fler prover behövdes för att kunna se förändringen av mängden granulat längs med vattendraget. De sex provpunkterna är markerade i figur 2 som punkt A-F. Anledningen till placeringen av provpunkterna var att få så många provpunkter så nära

fotbollsplanernas utlopp som möjligt. Inga prover togs på sträckan mellan punkterna E och F på grund av att botten bestod av framförallt singel, vilket inte är lämpligt för metoden.

I varje provpunkt togs tre sedimentproppar på 1 m² och slogs ihop till ett gemensamt prov. Innehållet från sedimentpropparna hälldes i provflaskor efter att de filtrerats på jord och mindre sandkorn med hjälp av en 0,5 mm sil, samt rensats på större växtdelar.

Inne på Ekologgruppens laboratorium fördelades varje sammanslaget sedimentprov i fjärdedelar för att analyseras på granulat i en glasskål med en pincett. Enbart granulatbitar med storleken 1,0–2,8 mm, vilket är storleksspannet på granulatet som läggs på Aggarpsvallens konstgräsplaner (Ragn-Shell, 2013), plockades ut. Endast en fjärdedel av sedimentprovet analyserades på grund av tidsomfattningen.

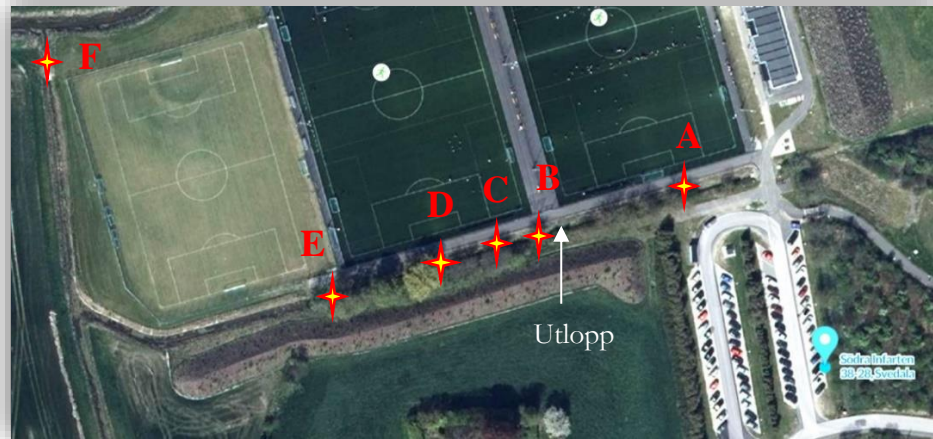


Figur 1 Sedimentprovtagaren

Visar sedimentprovtagaren som användes till provtagningen i vattendraget och grässlätten. Foto: Felicia Svantesson.

2.1.1.1. Provpunkter i vattendraget

- A. Provpunkt uppströms utlopp
- B. Provpunkt 5 m nedströms utlopp
- C. Provpunkt ca 15 m nedströms utlopp
- D. Provpunkt ca 25 m nedströms utlopp.
- E. Provpunkt efter konstgräsplanernas slut.
- F. Provpunkt vid utloppet till Segeå.



Figur 2 Provpunkter

Provpunkt A ligger uppströms och togs för att se granulatmängden innan konstgräsplanernas utlopp. Provpunkt B, C och D ligger nedströms och valdes för att få sedimentprov från det direkta utloppet. Punkt E är längre ner i vattendraget och tas på sedimentet för att se hur mycket granulat som förts vidare med vattnet. Punkt F är vid inloppet till Segeå och togs för att få en uppskattning om hur granulatet sprids ut till ån. Karta: från Hitta.se.

2.1.3. Prov på markyta i grässlätten

Tio stycken sedimentprov togs på den ca 140 m långa och 3,5 m breda markytan i grässlätten intill de konstgjorda fotbollsplanerna. Det togs endast prover på markytan som angränsade till de två konstgräsplanerna, inte hela grässlätten eftersom spridningen av granulat skedde via denna sträcka. Proverna togs i olika delar av släntens övre och nedre delar med någorlunda jämna avstånd från varandra för att försöka täcka så mycket som möjligt av markytan. Dessa prover erhöles med hjälp sedimentprovtagaren (se figur 1) som trycktes ner ca 5 cm i marken vid varje provpunkt. Enbart det övre marklagret var av intresse eftersom endast granulatet på en viss yta beräknades och inte per volym.

Väl inne på laboratoriet hälldes sedimentproven i en finmaskig håv och sköljdes med vatten för att få bort jord och mindre gruskorn. Även större växtdelar rensades bort. Granulatet i det kvarvarande materialet vaskades ut och torkades för att därpå vägas. Detta gjordes med alla de tio markproverna.

2.2. Intervjuer

En intervju med Anders Holmqvist, skötselansvarige för fotbollsplanerna i Aggarpsvallen, utfördes på plats på Aggarpsvallen den 28e mars. Intervjun bidrog med grundläggande information angående planernas byggnadsår, årlig granulatomängd som läggs på planerna, antal spelare på planerna dagligen, mängden granulat spelarna kan föra med sig från planerna m.m. För fler frågor se bilaga 1. Informationen, tillsammans med egna antaganden, användes till att beräkna spelarnas spridning av gummigranulat från planerna, samt vid jämförelser mellan den totala spridningsmängden granulat och mängden som läggs på planerna årligen.

Intervjun gällande Svedalas reningsverk utfördes på telefon med Lin Lindén, VA ingenjör Miljö och Teknik i Svedala kommun. Frågor besvarades angående reningsverkets processer, hur längre det varit aktivt, samt var avloppsvattnet kommer ifrån m.fl. Även mer specifika frågor kring eventuella reningstekniker gällande mikroplaster, mikroplast kontroller, samt visuella spår av gummigranulat i reningsvattnet och slamhanteringen, ställdes (bilaga 2). Av Lin Lindén erhöles även en miljörapport för Svedala reningsverk som gjorts 2016. Information från miljörapporten användes för att ge svar på frågor som inte Lin Lindén själv kunde bistå med. Uppgifterna från Lin Lindén tillsammans med miljörapporten användes som informationsunderlag till resultat och diskussion gällande reningsverket.

2.3. Avgränsningar

Studien avgränsades till att göra en övergripande undersökning av gummigranulatets eventuella spridningsvägar, samt att uppskatta ett mått på hur mycket granulat som sprids från konstgräsplanerna på Aggarpsvallen i Svedala kommun. Att endast undersöka denna idrottsanläggnings konstgjorda fotbollsplaner var en avgränsning som gjordes till följd av att Ekologgruppen AB endast fått i uppdrag att undersöka dessa konstgräsplaner, samt på grund av tidsomfattningen för arbetet. Eftersom det har skett ett aktivt samarbete med Ekologgruppen i denna studie, togs beslutet att även detta arbete skulle avgränsas till Aggarpsvallens fotbollsplaner. Det här gjordes för att även Ekologgruppen skulle ha möjlighet att använda sig av information från denna studie och tillämpa på sin egen.

Trots att det finns fler spridningsvägar än de som tas upp i detta arbete som via publik, snöplogning m.fl., lades det fokus på intilliggande grässlant

och vattendrag, fotbollsspelarna, samt reningsverket, med anledning av tidsbegränsningen och omfattningen för denna studie. Spridningsmängden granulat som beräknades i denna studie är alltså endast en del av det gummigranulat som kan spridas från Aggarpsvallens fotbollsplaner.

Det skedde även en avgränsning gällande Svedalas reningsverk där endast en övergripande syn på reningsprocesserna gjordes och inga vidare beräkningar utfördes på mängden granulat som kan spridas från reningsverken. Detta på grund av att det tidigt under arbetets gång inte visade sig finnas några tidigare studier eller data på gummigranulat i reningsverk, utan endast för mikroplaster i sin helhet. Dessutom användes erhållna estimerade värden från intervjun med Anders Holmqvist, skötselansvarig för fotbollsplanerna på Aggarpsvallen, för att beräkna granulatets spridning till omklädningsrummen och inte några värden utifrån provtagningar. Dessa beslut grundades med tanke på studiens omfattning och det faktum att det tidigt under arbetets gång var svårt att hitta några direkta studier på tänkbara spridningsvägar. Det här väckte intresset för att undersöka området vidare då det behövs mer forskning inom ämnet för att kunna minska spridningsrisken för gummigranulat till miljön.

3.Resultat

3.1. Beräkning av granulat i Aggarps diket

Den erhållna vikten för granulatet i en fjärdedel av det sammanlagda sedimentprovet multiplicerades med fyra för att få ut den totala vikten på granulatet i provet. Detta värde multiplicerades med $1/0,0115$, där 1 är ytan för 1 m^2 där sedimentpropparna togs och 0,0115 är den totala arean på de tre propparna i m^2 . Denna beräkning gjordes för alla sex provpunkterna och resultatet kan ses i tabell 1. Från tabell 1 kan det utläsas att granulatmängden var som störst i provpunkt B direkt efter konstgräsplanernas utlopp med en vikt på lite över 5300 g. Granulatmängden var även större i provpunkt C och D än i punkt A (innan utloppet). Punkterna E och F som var längre ner längs med vattendraget, innehöll minst granulat.

Tabell 1 Provpunkterna i vattendraget

Visar den hittade, samt beräknade, granulatmängden för provpunkterna A-F i vattendraget.

Provpunkt	Vikt på granulatet på 1m^2 stor yta (g)	Meter längs med vattendraget (m)
A	46	25
B	5315	75
C	603	95
D	1234	115
E	32	162
F	0	343

För att göra en estimerad beräkning av hur mycket granulat där fanns i hela vattendraget användes en rätlinjig ekvation $y = kx + m$ mellan punkt A och B, då dessa enligt figur 3 antas att ha en rätlinjig ökning. Här är y = vikten på granulatet i de olika provpunkterna, och x = meterna längs med vattendraget där provpunkterna togs. K är linjens lutning och m är skärningspunkten. K -värdet beräknades genom formeln $k = dy/dx$, vilket gav ett värde på $k=105$. Detta värde användes för att beräkna m i den rätlinjiga ekvationen genom ekvationen $m = y - k*x$, vilket gav ett värde på $m = -2588$. För att beräkna ytan (A_1) under grafen vid punkterna A och B (se figur 3), som är mängden granulat i gram på denna sträcka av vattendraget, användes en integral (1) för den rätlinjiga ekvationen. Integralen för $f(x) = kx + m$, det vill säga en linjär kurva beräknas som följande:

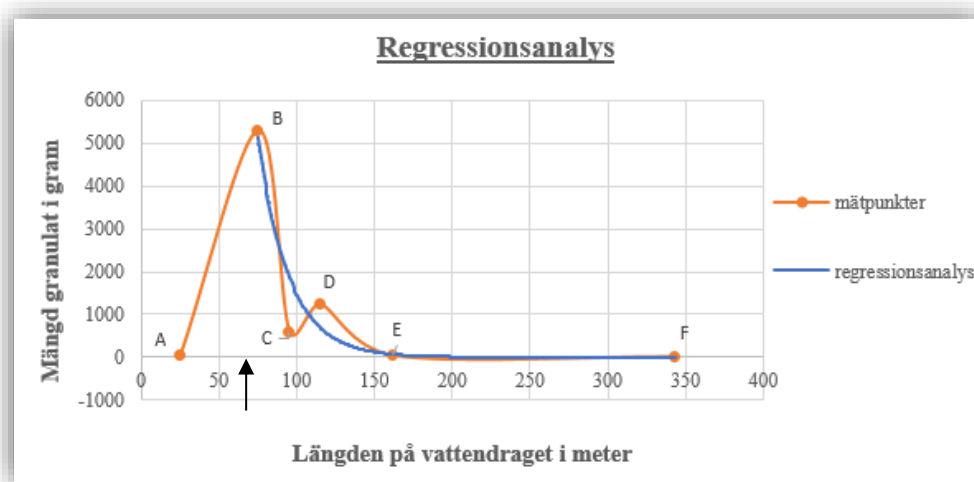
$$\begin{aligned} A_1 &= \int_a^b f(x) dx = \int_a^b kx + m dx \\ &= \left[\frac{kx^2}{2} + mx \right]_a^b = \frac{k(b^2 - a^2)}{2} + m(b - a) \end{aligned} \quad (1)$$

Gränserna för x sattes in i formeln där $b=75$ och $a=25$, samt k -värdet= 105 och m -värdet = -2588 , vilket gav en vikt på $392\,883$ g för denna ytan. Detta värdet multiplicerades med hela vattendragets bredd på 1 m, vilket gav en total vikt på $392\,883$ g $\approx 0,4$ ton längs med den 50 m långa sträckan i vattendraget mellan provpunkt A-B.

För att kunna beräkna granulatet på den resterande längden av vattendraget gjordes ett antagande att granulatmängden är exponentiellt avtagande med avståndet från utloppet i punkt B-F. Därför gjordes en transformation $x^* = e^{-\frac{x}{20}}$ där x är avståndet, vilket dividerades med 20 för att få en bättre kurva. Värdet 20 kan ändras för att få så optimal form på kurvan som möjligt. Dock lades inte allt för mycket fokus på detta då den befintliga kurvan uppfyller syftet och följer mätpunkternas kurva bra. På dessa värden tillsammans med granulatmängden gjordes en linjär regressionsanalys för att uppskatta granulatmängdens förändring för varje meter från och med punkt B, alltså vid 75 m, längs med vattendraget. Detta gav en regressionskoefficient på $218\,913$ vilket sattes in i formeln:

$$f(x) = \beta * e^{-\frac{x}{20}} \quad (2)$$

där β = regressionskoefficienten och x = avståndet i meter från 75 m-343 m. Formeln användes för att beräkna den estimerade granulatmängden för varje meter längs med vattendraget. Med dessa värden gjordes en kurva tillsammans med granulatmängden från de tagna provpunkterna och deras avstånd i vattendraget för att se hur de förhåller sig till varandra (se figur 3). I figur 4 kan det ses att de estimerade värdena för granulatmängden per meter från regressionsanalysen och mätpunkterna, förhåller sig bra till varandra. Detta stärks av den framtagna korrelationskoefficienten $R^2 = 0,978 \approx 98\%$, vilket är ett avvikelsemått, som i det här fallet tyder på att modellen endast avviker lite från de tagna mätvärdena. Dock är R^2 -värdet inte helt pålitligt på grund av de få mätpunkterna.



Figur 3 Regressionsanalys

Visar regressionsanalysen som gjordes på de fem mätpunkterna B-F i vattendraget (blå linje), samt kurvan för granulatets vikt i de sex mätpunkterna A-F (orange punktlinje). Pilen visar utloppets placering i vattendraget vid 70 m från vattendragets början.

Mängden granulat kan beräknas genom att ta ut arean (A_2) på området under kurvan mellan punkterna B-F. För att få fram detta gjordes en ny integral, se ekvation (1), där β i detta fall är samma sak som k :

$$A_2 = \int_b^c \beta * 20 * (e^{(-\frac{b}{20})} - e^{-\frac{c}{20}}) \quad (3)$$

Gränsvärdena $c = 343$ m och $b=75$ m sattes in i formeln, samt regressionskoefficienten $\beta = 218\,913$. Detta gav ett värde på 102 967 vilket är arean under kurvan, som i sin tur multiplicerades med bredden 1 m på vattendraget för att få ut hur mycket granulat som finns i vattendraget mellan punkt B-F. Det beräknade värdet $A_2= 0,103$ ton erhöles och adderades med granulatmängden mellan punkterna A-B (A_1), vilket gav $A_1 + A_2 \approx 0,5$ ton. Detta var den totala mängden granulat i hela vattendraget med undantag för de första 25 meterna innan provpunkt A som uteslutits på grund av brist på mätpunkter.

3.2. Beräkning av granulat i slänten

Mängden granulat från de tio provpunkterna kan ses i figur 5 samt i tabell 2. Det kan ses i figur 5 och tabell 2 att provpunkterna längre upp mot staketet generellt sett innehöll mer granulat än de längre ner mot ån. Utifrån detta togs beslutet att göra en regressionsanalys för de provpunkter som togs längre upp än 2 m från staketet, och en regressionsanalys för provpunkterna längre ner än 1,75 m. Beslutet togs då punkt 1 vid 1,75 m och punkt 3 vid 1,8 m är mittenpunkterna.

Tabell 2 Granulatmängd i grässlätten

Visar var provpunkterna i grässlätten togs och de uppmätta mängderna granulat, samt de beräknade.

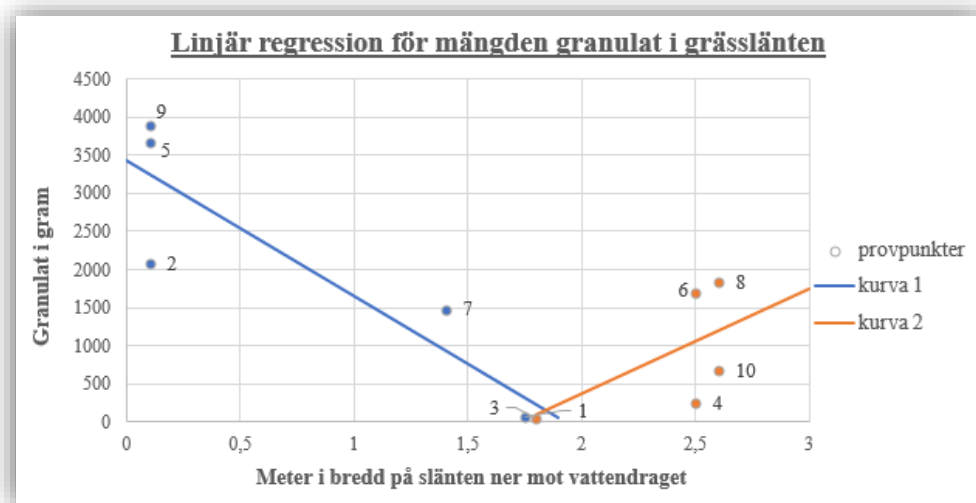
Provpunkt	Meter längs med ån	Meter i höjden mot ån från staketet	Vikt granulat (g/m ²)
1	12	1,75	2073,68
2	25	0,1	3677,57
3	37	1,8	3884,49
4	68	2,5	1479,11
5	69	0,1	71,54
6	75	2,5	48,60
7	80	1,4	255,20
8	92	2,6	1691,87
9	100	0,1	673,21
10	115	2,6	1838,77

Med hjälp av de två regressionskoefficienterna från regressionsanalysen (k) och för skärningspunkterna (m) gjordes två approximerade kurvor för granulatmängden, vilka kan ses i figur 6. Samma typ av integral gjordes som tidigare i ekvation (1). Regressionskurvorna under respektive linje har ekvationerna:

$$\begin{cases} f_1(x) = k_1x + m_1 & , \quad x \in [a, b) \\ f_2(x) = k_2x + m_2 & , \quad x \in [b, c] \end{cases}$$

Där $k_1 = -1779$, $m_1 = 3429$, $k_2 = 1376$, $m_2 = -2390$, $a=0,1$, $b=1,84$ och $c = 2,6$. Gränsvärdena a , b och c är värdena för början och slutet av linjerna som vill beräknas. Eftersom det är den totala arean under $f_1(x)$ och $f_2(x)$ som skall beräknas för att få reda på mängden granulat i vattendraget, summerar vi respektive integral:

$$\begin{aligned}
\text{Totala arean} &= \int_a^b f_1(x) dx + \int_b^c f_2(x) dx \\
&= \frac{k_1(b^2 - a^2)}{2} + m_1(b - a) + \frac{k_2(c^2 - b^2)}{2} + m_2(c - b) \\
&= \frac{-1779,9553 (1,84^2 - 0,1^2)}{2} - 3429,957423 (1,84 - 0,1) \\
&\quad + \frac{1376,114037(2,6 - 1,84^2) + (-2390,397336 (2,6 - 1,84))}{2} \\
&= \mathbf{13118,26803}
\end{aligned}$$



Figur 4 Estimerad granulatmängd i grässlätten

Visar de tagna provpunkterna samt de två kurvorna som med hjälp av en linjär regression tagits fram för mängden granulat som estimeras finnas i grässlätten.

Med hjälp av figur 4 och de två korrelationskoefficienterna $R^2_1=0,911$ för kurva 1 och $R^2_2=0,599$ för kurva 2, kan det ses att modellen passar bättre för kurva 1 men fortfarande acceptabel för kurva 2. Det sammanlagda värdet på 13 118 för de två trianglarnas area multiplicerades med hela släntens längd på 136 m, vilket gav ett uppskattat värde på ca *0,6 ton* granulat i hela slänten.

3.4. Beräkning av granulat från fotbollsspelarna

Via intervjun med Anders Holmqvist (2017), skötselansvarig för fotbollsplanerna på Aggarpsvallen i Svedala kommun, erhöles en grovt estimerad mängd på ca 3 kg granulat i veckan som sprids via spelare till fotbollsstugan. Enligt Holmqvist spelade mellan 100–150 personer dagligen på planerna fyra gånger i veckan, samt någon match på helgerna. Under en vecka utan helg matcher blir det 3 kg/4 dagar = 0,75 kg granulat per dag som sprids från fotbollsplanerna. Om konstgräsplanerna har 100 spelare per dag får varje spelare med sig; 0,75 kg/100 spelare = 0,0075 kg, vilket blir 7,5 g per person/ dag. På ett år, borträknat de tre dagar i veckan som spelarna inte befinner sig på planerna, blir det då; 7,5 g *208 dagar = 1560 g, vilket är 1,56 kg per år som en spelare för med sig ut från planen till fotbollsstugan. Så 100 spelare skulle kunna föra med sig runt 0,156 ton granulat per år från fotbollsplanerna. Detta blir cirka *0,78 ton* granulat under de fem åren planerna funnits.

3.5. Svedala reningsverk

Svedala reningsverk har varit aktivt sedan 1974 och har under åren fram till 2004 byggts om till dess nuvarande form (Svedala kommun, 2016). Reningsverket har en driftkapacitet på 4500–6000 m³/d i vattenflöde och det inkommande avloppsvattnet kommer från centralorten Svedala, samt en rad olika mindre orter så som Nötesjö, Börninge, Östra Svenstorp, Holmeja, Sjödiken, Bjeret, Krågeholm, Aggarp, och Sturups flygplats (Svedala kommun, 2016). Inom verksamhetsområdet är ledningsnätet ett separat system som leder stora delar av dagvattnet och det renade avloppsvattnet till en recipient, vilken leder till Segeå (Svedala kommun, 2016).

Reningsprocessen sker i tre steg; *mekanisk rening* (borttagande av större föremål med hjälp av rensgaller och sandfång), *biologisk rening* (även kallad ”aktiva slammetoden” som innebär att de naturliga mikroorganismerna i

avloppsvattnet bryter ner organiska substanser som sedan kan avskiljas från det kvarvarande slammet), och *kemisk rening* (addering av järnsalt som bildar större partiklar som innehåller ämnen så som fosfor som sedan kan rensas ut) (Svedala kommun, 2016a). Till följd av denna reningsprocess sker även en slamhantering där det överblivna slammet läggs i slambassänger varifrån det kvarstående vattnet dräneras eller avdunstar (Svedala kommun, 2016a). Detta slam hamnar sedan på omgivande jordbruksmark i kommunen (personlig kommunikation Lin Lindén, VA-ingenjör för miljö och teknik i Svedala kommun, 2017).

Enligt Lin Lindén (2017) finns där inga reningsmetoder för borttagandet av mikroplaster på Svedala reningsverk och de har inte heller tankar på tillvägagångssätt för att kunna åtgärda problemet. Lindén menar att det inte finns några krav på kommunerna att ha denna typ av reningsteknik. Det är bara om kommunerna har valt att ha sådan reningsprocess med silar och mikrofilter, dock är inte dessa alltid med avseende på mikroplaster. När det gällde synligt granulat i reningsverken, kunde inte Lindén se några spår av gummigranulatet i deras reningsprocesser. Hon antyder dock att det är svårt att se dessa små partiklar och vet inte om det går att se i det inkommande vattnet eller slammet. Om det förekommer i slammet borde det rinna ut en del med avrinningsvattnet till recipienten eller följa med slammet menar Lindén.

Lindén var inte positivt inställd till de nya konstgräsplanerna i kommunen då hon vetat sedan tidigare att gummigranulatet kan spridas via dagvattnet ut i miljön. Hon hade däremot inte reflekterat över huruvida det sprids till reningsverken. Lindén tror att det kommer komma bättre metoder för reningen av mikroplaster i framtiden och de förbättringar hon anser behövs är en allmän upprustning av reningsverken, både Svedalas och andra kommuners.

4. Diskussion

4.1. Analys av spridningsvägarna

Resultatet från denna studie tyder på att en hel del gummigranulat sprids via grässlätten och vattendraget intill planerna. Vid kraftiga regnfall, eller snösmältning, borde granulatet kunna spridas från planerna till grässlätten och vidare ner i Aggarps diket. Följaktligen borde granulatet i grässlätten på 0,6 ton slutligen hamna i vattendraget tillsammans med de 0,5 ton som redan finns i Aggarps diket. Därför summerades de två värdena på 0,5 ton och 0,6 till ett gemensamt värde på 1,13 ton granulat som kan spridas via vattendraget. Eftersom det inte utfördes några undersökningar på hur länge granulatet befunnit sig i varken grässlätten eller Aggarps diket, gjordes ett antagande att det undersökta granulatet har legat i slätten och vattendraget under de fem åren som planerna existerat. Detta med bakgrund till att det inte påträffades något granulat i den sista provpunkten innan Segeå, vilket tyder på att granulatet sprids långsamt. Då stora delar av vattendragets bottensediment var lerigt och bestod av mycket växtdelar, kan detta påverkat gummigranulatets spridningshastighet genom att den bromsas då granulatet fastnar i den leriga botten (Rydberg, 2016) och växtdelarna. Det skall dock belysas att trots avsaknaden av granulat i den sista provpunkten, kan det fortfarande ske en spridning till Segeå. Eftersom detta inte är säkerställt och kräver fler undersökningar, kan det bara göras antaganden.

Vad gällde fotbollsspelarna gjordes en grov uppskattning att runt 100 spelare förde med sig runt 0,156 ton gummigranulat per år från planerna, vilket under fem år blev nästan 0,78 ton. Detta visade sig vara den största enskilda spridningsvägen för granulat i denna studie. Dock skall detta värde tolkas varsamt eftersom det endast baserats på en intervju med skötselansvarige på planerna, som gjort antaganden utifrån en städerskas uppskattning på granulatmängden som städas upp i fotbollstugan. Ingen riktig undersökning av spelarnas spridning har utförts, jämfört med de provtagningar som gjorts för vattendraget och slätten, vilka är mer pålitliga. Det vore således rimligt att anta en ökad mängd granulat som sprids via spelarna från planerna än det som estimeras hamna i fotbollstugan. Detta

antagande grundas i att vid undersökningen av de två fotbollsplanerna på Aggarpsvallen kunde en hel del granulat utanför planområdet observeras, vilket tyder på att det sprids mer granulat från spelarna än de 0,78 ton som uppskattats spridas till stugan. Spelarna kan då följaktligen även sprida gummigranulat till det närliggande området innan de tar sig till omklädningsrummen, vilket emellertid inte utförts beräkningar på i detta arbete. Det är dessutom endast granulatmängden som spelarna fört med sig som beräknats och inte den mängd övriga personer kan ha spridit som befunnits sig på planerna. Dessa kan också fungera som en spridningsväg och föra med sig gummigranulat ut från planerna till exempelvis hemmen. Granulatet kan i sin tur hamna i tvättmaskinen, dammsugaren eller i omgivande miljö. Det granulat som spreds från spelarna till fotbollstugan samlades till stor del upp av städerskorna enligt Holmqvist (2017), skötselansvarig för fotbollsplanerna på Aggarpsvallen, och kastades i soptunnan. En del kan emellertid hamnat i tvättmaskinerna i fotbollstugan eftersom det är där en del av spelarnas kläder tvättas. Personalen som ansvarade för tvätten brukade dock skaka kläderna ordentligt för att reducera mängden granulat innan de lades i tvättmaskinerna (personlig kommunikation Anders Holmqvist, 2017). Det är dock inte säkert att alla har dessa vanor, vilket gör att en del gummigranulat fortfarande kan spridas via avloppen till reningsverken. Dessutom är det troligtvis inte alla spelarnas kläder som tvättas i fotbollstugan, exempelvis juniorernas. Vissa spelare åker antagligen hem direkt efter en träning utan att ta av sig kläderna innan, och tvättar dem i hemmen istället. Detta ökar spridningen ytterligare.

Miljöproblemen som uppstår med spridandet av gummigranulat till den akvatiska miljön är att vattenlevande organismer kan ta skada. I det här fallet är det Aggarps dikets och Segeås individer som påverkas av granulatet från Aggarpsvallens fotbollsplaner. Enligt flera studier har det påvisats att mikroplaster har en negativ inverkan på akvatiska ekosystem genom att deras utveckling, tillväxt, beteende och reproduktion kan ändras genom att de utsatts för mikroplaster (Eerkeus- Medrano et al, 2017; Crawford and Quinn, 2017; Chae and An, 2017). Enligt en studie av Wright et al. (2013) kan även storleken, färgen och överflödet av mikroplaster påverka hur pass mycket de vattenlevande organismerna får i sig. På de två planerna i Aggarpsvallen är det dock endast svart gummigranulat som används, så i detta fall är det inte säkert att just färgen är en av de största faktorerna. Däremot kan troligtvis både storleken och överflödet ha större påverkan eftersom det fanns en hel del gummigranulat i vattendraget. I Wrights et al. (2013) rapport säger de även att en del organismer så som småfisk kan svälta ihjäl eftersom det sker en blockering i matsmältningssystemet när de intar mikroplaster. Vid stora

mängder granulat i vattendragen ökar risken för exponering av dessa mikroplaster, vilket kan leda till en reducering i de akvatiska populationerna.

Det kan även ske, som tidigare nämnts, en överföring av giftiga kemiska ämnen från mikroplasterna till de vattenlevande organismerna som i sin tur kan leda till en ökad mortalitet (Wright et al, 2017). Enligt Kemikalieinspektionens rapport (2006) består gummidäcken som SBR-granulatet bildas från delvis av så kallade ftalater. Dessa ftalater och bisfenol A (BPA) har i en studie av Oehlmann et al. (2009) visats sig ha negativ påverkan på en rad olika djur så som insekter, blötdjur, kräftdjur, musslor, fiskar, amfibier och annelider (ringmaskar) i både terrestriska och akvatiska miljöer. Rapporten påvisar att blötdjur, amfibier och kräftdjur är särskilt känsliga för denna typ av föreningar. Däremot förekom det mest effekter på fisk vid högre koncentrationer av ftalater och BPA. Dessa ämnena har visat sig störa funktioner hos olika hormonsystem vilket i sin tur kan påverka reproduktionssystemet (Oehlmann et al., 2009). Det finns alltså en risk för att framförallt de fiskar, kräftdjur och amfibier som eventuellt finns i både det lilla vattendraget och Segeå, skulle kunna påverkas mest av gummigranulatet. I Kemikalieinspektionens rapport (2006) påpekar de att ämnen som ftalater med särskilt farliga egenskaper inte skall, enligt Riksdagens miljömål, spridas till miljön. SBR-granulatet som läggs på de två planer i Aggarpsvallen, skulle följaktligen kunna anses ha särskilda farliga egenskaper då de innehåller ämnen som ftalater.

Spridningen av gummigranulat via vattenvägen har redan diskuterats, men inte hur det kan påverka resterande omgivning runt fotbollsplanerna. Utöver de djur som tidigare nämnts kan mikroplaster även ha en negativ inverkan på fåglar via matintaget (Oehlmann et al., 2009). I en studie av Derraik (2002) undersöktes hur mycket plast som kunde hittas i matsmältningssystemet hos sjöfåglar vid North Carolinas kust i USA. Av 1033 fåglar påvisades 55 % av dessa intagit plast i olika former. Detta väcker tankar kring möjligheten att också andra fåglar kan få i sig mikroplaster som gummigranulat. Antingen direkt genom att de misstar gummigranulatet för föda, eller indirekt via fåglarnas bytesdjur i form av insekter eller groddjur, vilka fått i sig mikroplaster sen tidigare. Vid ökad spridning av granulat från planerna ökar även exponeringsrisken för fåglarna, samt andra djur, i fotbollsplanernas omgivning.

Det skall belysas att utöver den mängd granulat som beräknats spridas från planerna via de spridningsvägar som undersökts i denna studie, kan det även finnas andra möjliga vägar för spridning av granulat till miljön. Då det under dessa fem åren lagts runt 50–70 ton granulat (5–7 ton/plan per år) på de båda planerna, tyder den sammanlagda spridningen på 1,88 ton som

beräknats ha spridits från planerna sedan år 2012, endast vara en mycket liten del. Övriga spridningsvägar kan vara exempelvis via snöplogning (Magnusson et al., 2016), publik, underhåll m.fl. Via snöplogningen när granulatet samlas upp i stora högar tillsammans med snön, kan granulatet spridas med smältvattnet vid tö (Magnusson et al., 2016). Dock stannar troligtvis stora delar av detta kvar inom planområdet då de på Aggarpsvallen lägger tillbaka det plogade granulatet på planerna igen (personlig kommunikation Anders Holmqvist, 2017). När det kommer till publiken kan de, precis som spelarna, sprida granulatet vidare från planerna. Emellertid inte i samma utsträckning eftersom de inte huvudsakligen vistas på själva planen där granulatmängden är som störst. Gummigranulatet borde likväl kunna spridas via underhållningsmaskiner där det fastnar i verktyg som krattor eller borstar. Detta är dessvärre inte säkerställt vid avsaknad av studier, utan bara spekulationer. Men det stora gapet mellan granulatmängden som beräknats och det som läggs på planerna, tyder på att det finns fler spridningsvägar som behövs ta i akt.

Värdet på spridningen av gummigranulat från planerna som beräknats i detta arbete kan ifrågasättas då det, som tidigare sagt, enbart är en liten del av det som har lagts på planerna sedan år 2012 när de bildades. Vart det övriga granulatet tagit vägen är oklart. Mina beräkningar rörande framförallt granulatets spridning från spelarna, är endast ett grovt värde erhållet från en intervju, vilket kan ha underskattat mängden granulat som spelarna faktiskt fört med sig. Det finns inga tidigare studier angående spelarnas spridning av granulat från planerna, vilket gör det svårt att avgöra om ett värde på 3 kg i veckan är rimligt. Troligtvis sprider de mycket mer än så, vilket kan betyda att det beräknade värdet på sammanlagt 0,78 ton/ år från 100 spelare, endast är ett minimum värde på granulatmängden som sprids varje år via spelarna. Detta stärks då det observerades granulat även runt om planområdet, vilket tyder på att det spridits mer granulat från planerna än det som tagits med i beräkningarna. Detta kan ge ett underskattat värde på granulatmängden som faktiskt sprids via spelarna. Även när det kommer till vattendraget och grässlätten kan granulatmängden underskattats då det inte togs så många prov på vardera undersökningsområden. Detta kan också påverkat resultatet.

4.2. Problem med reningsverken

Svedala reningsverk visade sig inte ha några kontroller av mikroplaster, inkluderat gummigranulat, i deras reningsverk. De hade inte heller

reningstekniker för att förhindra spridningen av mikroplaster genom reningsverket. Detta tyder på att de inte är rustade för att hantera mikroplaster som sprids från de konstgjorda fotbollsplanerna. Dessvärre är många reningsverk gamla enligt Lin Lindén, VA-ingenjör i Svedala kommun (2017), och behöver förnyas då deras reningsprocesser inte är avsedda för att hantera mikroplaster.

I en rapport av Magnusson och Wahlberg från IVL (2014) undersöktes förekomsten av mikroskopiska skräppartiklar, alltså både mikroplastartiklar och icke-syntetiska antropogena fibrer (det vill säga människotillverkade), i inkommande och utgående vatten i tre olika reningsverk i Sverige. Studien visade att större partiklar ($>300\ \mu\text{m}$) kvarhölls i större utsträckning i reningsverken än partiklar med storleken ($<300\ \mu\text{m}$). Däremot kunde reningsverken inte hålla kvar mikroplaster i samma utsträckning som de icke-syntetiska antropogena fibrerna. De kunde inte heller se någon skillnad i reduceringen av mikroplastpartiklar under $300\ \mu\text{m}$ i det utgående vattnet från reningsverket, till skillnad från mikroplastpartiklar över $300\ \mu\text{m}$ som visade en reduktion i utgående vatten jämfört med ingående (Magnusson och Wahlberg 2014). Detta tyder på att gummigranulatet med storleken $1,0\text{--}2,8\ \text{mm}$ som potentiellt sprids från fotbollsplanerna till reningsverken, skulle kunna samlas upp i reningsverken till viss del. Dock borde gummigranulatet kunna sönderdelas under sin färd till reningsverken och på så sätt bli svårare att hantera.

En annan studie av Estahbanati och Fahrenfeld (2016) som gjorts på fyra reningsverk längs med Raritan floden i USA, påvisades en ökning av koncentrationen mikroplaster med framförallt storleken $125\text{--}500\ \mu\text{m}$ nedströms i floden efter reningsverken. De gjorde även undersökningar på mikroplaster med storleken $125\text{--}2000\ \mu\text{m}$ vilket också visade en liten ökning i dess koncentration i floden efter reningsverken jämfört med innan. Även detta tyder på att det sprids en hel del mikroplaster via reningsverken och det är då rimligt att anta att även gummigranulat släpps igenom våra reningsverk vidare ut i vattendragen, som i sin tur leder ut i haven.

Precis som tidigare diskuterats med spridningen av gummigranulatet till intilliggande vattendrag, kan spridningen från reningsverken ha samma effekt på de vattenlevande organismerna i Segeå där vattnet leds ut. Som tidigare nämnts i rapporten av Oehlmanns et al. (2009) påverkas en rad olika djur av de skadliga ämnen som finns i mikroplaster. Då Segeå är ett större vattendrag än det intill fotbollsplanerna med ett avrinningsområde på hela $335\ \text{km}^2$ (Segeå, 2017), bör det rimligtvis finnas fler organismer som kan påverkas. Eftersom Segeå rinner ut i havet vid Öresund kan även de marina ekosystemen påverkas av mikroplastutsläppen. Mikroplaster är så pass små att

de kan misstas för sediment eller mindre organismer och kan därför vara biotillgängligt för många organismer (Wright et al., 2013). Därför kan mikroplaster intas av lägre trofiska nivåer som plankton (Andrady, 2011) och filtrerare (Wright et al., 2013), vilket kan rubba de marina ekosystemen. Då reningsverken misstänks vara en spridningskälla för spridningen av mikroplaster till den marina miljön världen runt (Mason et al., 2016; Carr et al., 2017), är detta ett miljöproblem som behöver åtgärdas.

4.4. Möjliga framtida åtgärder

För att förebygga spridningen av gummigranulat via de olika spridningsvägarna bör ett antal åtgärder göras. Aggarpsvallen har redan vidtagit förebyggande åtgärder så som breda asfalterade gångar mellan planerna, inhägnat fotbollsområdet med ingångar där det finns skoborstar till att borsta av skorna från granulat, samt avrinningssystem mellan planerna som avleder vatten och samlar upp granulat (personlig kommunikation Anders Holmqvist, 2017). Dock behövs vidare åtgärder för att minska spridningen ytterligare. Dessa åtgärder inkluderar delvis fotbollsplanerna i Aggarpsvallen och konstgjorda fotbollsplaner i allmänhet. Även åtgärder för Svedalas reningsverk och reningsverk överlag, tas upp.

- Någon typ av filter (Svalin, 2016) i dagvattenbrunnarna hade varit fördelaktigt för att minska spridningen av granulat via avrinningssystemen. Dessa filter bör inte ha större hål än 0,5 mm i diameter.
- Aggarps diket intill konstgräsplanen bör rensas för att ta bort det befintliga gummigranulatet och minska risken för vidare spridning.
- Ett fysiskt hinder i form av en mur eller kant runt om konstgräsplanerna (Svalin, 2016) hade bidragit till en minskning av gummigranulatets spridning via den asfalterade ytan runt konstgräsplanerna vid stora regnfall. Granulatet hade på så sätt effektivt kunnat samlas upp med jämna mellanrum.
- Byta ut det befintliga SBR-granulatet till miljövänligare alternativ så som ecork eller TPE-granulat.

- Återvinna redan använt gummigranulat som plogats bort från fotbollsplanerna under vintern då det är slöseri med resurser. Detta görs på planerna i Aggarpsvallen där granulatet läggs tillbaka när snön har smält (personlig kommunikation Anders Holmqvist, 2017).
- Reningsverken behöver förnyas och införskaffa reningsmetoder så som mikrofilter för att minska genomsläppet av mikroplaster.
- Reningsverken bör även införa kontroller av mikroplast i utgående vatten samt i slam, med jämna mellanrum. Detta bör göras för att kunna verifiera den mängd mikroplast som sprids via reningsverken.
- Informera allmänheten om konstgräsplanernas miljöpåverkan och vikten av att vara noga med att borsta av kläder och skor innan de går från de konstgjorda fotbollsplanerna. Det är viktigt att granulatet avlägsnas innan tvätt för att förhindra spridningen till vattenmiljön.

4.5. Framtida forskning

För att förbättra och effektivisera framtida forskning, hade fler mätpunkter i både vattendraget och grässlätten varit att föredra för att ge större statistisk säkerhet. Detta gjordes inte inom ramen för detta projekt på grund av tidsbegränsningen.

Vid rensningen av sedimentproverna från vattendraget hade enklare metoder som att torka provmaterialet innan rensning varit att föredra för att lättare kunna plocka ut mer material. Hela sedimentprovet kunde också kontrollerats istället för att endast ta en fjärdedel. Detta hade gett ett säkrare värde på mängden gummigranulat i varje prov. Även en undersökning av marken runt om hela fotbollsområdet hade varit intressant eftersom det, baserat på egna resultat angående grässlätten, visat sig spridas en hel del utanför planerna.

Vad gäller fotbollsspelarna vore det intressant att utveckla en fältmetod för att undersöka spelarnas bidrag till spridning av granulat från planerna efter en match. Spelarna hade kunnat få skaka sina kläder fria från granulat efter en match/träning för att sedan väga det. På så sätt skulle ett säkrare värde på mängden gummigranulat som en spelare faktiskt sprider från planerna erhållits. På liknande sätt skulle också försök kunna göras med publik som befinner sig på planerna.

Kontroller i reningsverket hade också kunnat utföras för att undersöka antalet gummigranulat i inkommande och utgående vatten, samt i slammet, då detta inte undersökts på Svedalas reningsverk. Även andra reningsverk skulle kunna tillämpa detta.

Sammanfattningsvis kan konstateras att behovet av fortsatt/ökad forskning kring gummigranulatets påverkan på miljön, är stort. Inte minst med anledning av det drastiskt ökande antalet konstgräsplaner vi kan se runt om i landet.

5. Slutsats

Studien visar att det krävs en hel del åtgärder för att minska spridningen av gummigranulat från de konstgjorda fotbollsplanerna till vår miljö. Totalt har ca 50–70 ton granulat lagts på de båda konstgräsplanerna sedan de anlades för fem år sedan. Av detta har enligt denna undersökning 0,6 ton spridits till grässlätten, 0,5 ton till vattenmiljön, samt 0,78 ton via spelare som även visade sig vara den största spridningskällan baserat på mitt resultat. Tillsammans har det spridits runt 1,88 ton (ca 4 %) granulat från planerna under dessa fem åren, vilket bör undvikas då det innebär negativa konsekvenser för miljön.

I detta arbete har enbart några av granulatets spridningsvägar tagits upp och den mängd som beräknats är endast en del av det granulat som sprids från planerna. Även andra spridningsvägar som via snöplogning eller publik förekommer. Den granulatmängd som beräknats spridas från planerna via framförallt spelarna, kan även underskattats då detta resultat endast baseras på en intervju med skötselansvarig personal på planerna, och inte på några mätvärden.

Åtgärder för att minska spridningen av granulat från fotbollsplaner behövs i form av granulatfilter i dagvattenbrunnar, införskaffning av någon form av fysiskt hinder som en kant runt om planområdet för att hålla kvar granulatet, samt en omställning till miljövänligare fyllningsmaterial så som ecork eller TPE-granulat. För reningsverken är det relevant med åtgärder i form av mikrofilter och kontroller av avloppsvatten och slam för att förhindra vidare spridning. Även mer information till allmänheten om konstgjorda fotbollsplaners miljöpåverkan är väsentligt, samt att göra fler studier om gummigranulatets påverkan på miljön för att få mer kunskap inom område.

Tack

Jag skulle vilja tacka min interna handledare Johan Hollander för hans vägledning och konstruktiva kritik under arbetets gång. Vidare vill jag tacka min externa handledare Birgitta Bengtsson på Ekologgruppen AB för hennes medverkande och stöd genom hela processen, samt glada och uppmuntrande humör. Det skall även ges ett tack till övriga anställda på Ekologgruppen som bistått med kunskap och expertis inom relaterande ämnen, samt tillgång till deras laboratorium. Jag vill också tacka Anders Holmqvist, anställd hos Svedala kommun som skötselansvarig för fotbollsplanerna, samt Lin Lindén, VA-ingenjör Miljö och teknik i Svedala kommun, för deras medverkan i intervjuer. Slutligen vill jag tacka Lukas Bengtsson för hans expertis inom det statistiska området vilket gjort detta arbete möjligt, samt min familj för deras eviga stöd.

Referenser

Andrady, A.L., 2011. Microplastics in the marine environment. *Marine pollution bulletin*, 62(8), pp.1596-1605.

Browne, M. A., Dissanayake, A., Galloway, T. S., Lowe, D. M. & Thompson, R. C., 2008. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environmental Science & Technology*, 42, pp. 5026–5503.

Bocca, B., Forte, G., Petrucci, F., Costantini, S. and Izzo, P., 2009. Metals contained and leached from rubber granulates used in synthetic turf areas. *Science of the total environment*, 407(7), pp.2183-2190.

Carr, S.A., Liu, J. and Tesoro, A.G., 2016. Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants. *Water research*, 91, pp.174-182.

Crawford, C.B. and Quinn, B., 2017. *Microplastic Pollutants*. Elsevier, pp. 159-178.

Chae, Y. and An, Y.J., 2017. Effects of micro- and nanoplastics on aquatic ecosystems: Current research trends and perspectives. *Marine Pollution Bulletin*.

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S., 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine pollution bulletin*, 62(12), 2588–2597.

Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., Goodhead, R., Moger, J. and Galloway, T.S., 2013. Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental science & technology*, 47(12), pp.6646-6655.

Derraik, J.G., 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine pollution bulletin*, 44(9), pp.842-852.

Eerkes-Medrano, D., Thompson, R.C. and Aldridge, D.C., 2015. Microplastics in freshwater systems: a review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs. *Water research*, 75, pp.63–82.

Estahbanati, S. and Fahrenfeld, N.L., 2016. Influence of wastewater treatment plant discharges on microplastic concentrations in surface water. *Chemosphere*, 162, pp.277-284.

- KemI, 2006. Konstgräs ur ett kemikalieperspektiv - en lägesrapport. Kemikalieinspektionen, pp.31.
- Li, X., Berger, W., Musante, C. and Mattina, M.I., 2010. Characterization of substances released from crumb rubber material used on artificial turf fields. *Chemosphere*, 80(3), pp.279-285.
- Magnusson, K. and Wahlberg, C., 2014. Mikroskopiska skrappartiklar i vatten från avloppsreningsverk. IVL, *Rapport NR B, 2208*, pp.33.
- Magnusson, K., Eliasson, K., Fråne, A., Haikonen, K., Hultén, J., Olshammar, M., Stadmark, J. and Voisin, A., 2016. Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment. *A review of existing data. IVL, C, 183*, pp. 88.
- Mason, S.A., Garneau, D., Sutton, R., Chu, Y., Ehmann, K., Barnes, J., Fink, P., Papazissimos, D. and Rogers, D.L., 2016. Microplastic pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent. *Environmental Pollution*, 218, pp.1045-1054.
- Mathalon, A., & Hill, P., 2014. Microplastic fibers in the intertidal ecosystem surrounding Halifax Harbor, Nova Scotia. *Marine pollution bulletin*, 81(1), pp. 6.9-79.
- Norska Miljödirektoratet., 2014. Sources of microplasticpollution to the marine environment. Oslo. Norska Miljödirektoratet, pp 86.
- Oehlmann, J., Schulte-Oehlmann, U., Kloas, W., Jagnytsch, O., Lutz, I., Kusk, K.O., Wollenberger, L., Santos, E.M., Paull, G.C., Van Look, K.J. and Tyler, C.R., 2009. A critical analysis of the biological impacts of plasticizers on wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), pp.2047-2062.
- PlasticsEurope, 2010. Plastics – The Facts 2010.
- Ragn-Shells. 2013. Rubber granulate.
[\http://www.ragnsells.se/en/Recyclables/Materials1/Tyres-and-rubber-granulate/Rubber-granulate/]. Hämtad: 2017-05-10
- Rydberg, E., 2016. Gummigranulat: en litteraturstudie över miljö-och hälsopåverkan vid användandet av gummigranulat. Examensarbeten i Geologi vid Lunds universitet.
- Segeå, 2017. Om Segeå.
[\[http://www.segea.se/Om-Segea.html\]](http://www.segea.se/Om-Segea.html) - Hämtad 2017-05-15
- Svalin, J.,2016. EN STUDIE KRING KONSTGRÄSPLANER- Kvantifiering, identifiering samt analys med avseende på toxicitet av utsläppta mikroplaster i dagvatten från konstgräsplaner. Examensarbete i miljövetenskap, Göteborgs Universitet.
- Svedala kommun. 2016. Miljörapport Svedala reningsverk.

Svedala kommun. 2016a. Kommunalt avlopp. [<http://www.svedala.se/contentassets/81502c92715d4d96b677d6f395587b01/las-mer-om-svedala-avloppsreningsverk.pdf>]- Hämtad: 2017-05-10

Svedala kommun. 2017. Kommunfakta. [<http://www.svedala.se/paverka/kommun/kommunfakta/>]-Hämtad 2017-05-14

Talsness, C.E., Andrade, A.J., Kuriyama, S.N., Taylor, J.A. and vom Saal, F.S., 2009. Components of plastic: experimental studies in animals and relevance for human health. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), pp.2079-2096.

Talvitie, J., Heinonen, M., Pääkkönen, J.P., Vahtera, E., Mikkola, A., Setälä, O. and Vahala, R., 2015. Do wastewater treatment plants act as a potential point source of microplastics? Preliminary study in the coastal Gulf of Finland, Baltic Sea. *Water Science and Technology*, 72(9), pp.1495–1504.

Thompson, R.C., Moore, C.J., Vom Saal, F.S. and Swan, S.H., 2009. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), pp.2153-2166.

Unisport, 2017. Ecork- ett miljövänligt ifyllnadsmaterial. [<http://www.unisport.com/sv/produkter/ecork>]-Hämtad 2017-05-15

Wright, S.L., Thompson, R.C. and Galloway, T.S., 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution*, 178, pp.483–492.

Bilaga 1.

Intervjufrågor till Anders Holmqvist, skötselansvarig på Aggarpsvallen i Svedala kommun, den 2017-03-09.

Inledande

- När bildades de konstgjorda fotbollsplanerna?
- Vem har hand om skötseln av planerna och vilka skötselvanor finns?
- Hur många spelare vistas på planerna varje dag?

Om konstgräsplanerna

- Vilken typ av konstgräsplan är det?
- Vilket typ av ifyllnadsmaterial används och hur mycket läggs på vardera planen varje år? – Varför har ni denna typen av material?
- Finns det avrinningsystem på planerna och i så fall vilken sorts?
- Vidtas det åtgärder för att förhindra spridning av granulat från planerna, och i så fall vilka?
- Hur hanterar ni det granulat som plogas bort via snöröjning?

Egna åsikter

- Hur ser du på konstgjorda fotbollsplaner istället för vanliga gräs- eller grusplaner?
- Vilka är de eventuella spridningsvägar för granulatet från fotbollsplanerna enligt dig? - Vilken tror du är störst?

- Vad anser du om miljövänligare ifyllnadsmaterial?

Framtida åtgärder

- Vilka framtida åtgärder skulle du vilja vidta för att minska spridningen av granulat från fotbollsplanerna?
- Hade du kunnat tänka dig att byta till miljövänligare ifyllnadsmaterial?

Bilaga 2.

Intervju angående Svedala reningsverk med Lin Lindén, VA ingenjör för Miljö och teknik i Svedala Kommun, den 2017-04-28.

Inledande

- När invigdes reningsverket och hur länge har det varit aktivt?
- Hur många anställda är ni på reningsverket?
- Varifrån i kommunen får ni avloppsvattnet? Vilka delar ingår?
- Hur många hushåll får ni vatten ifrån?
- Hur mycket vatten rinner igenom reningsverket varje dag?
- Hur går reningsprocessen till i stora drag?

Hanteringen av mikroplaster

- Har ni några speciella åtgärder för att fånga upp mikroplaster i ert reningsverk?
 - Om ja, har ni någon data på hur mycket mikroplaster som rinner igenom reningsverket per dag eller år?
 - Om ni har filter, hur små partiklar fångar ni upp med dessa?
 - Om nej, har ni funderat på metoder som skulle kunna användas för att rena vattnet från mikroplaster?
- Kan ni se spår av gummigranulat i ert avloppsvatten eller slam?

- När det gäller slamhanteringen, finns det några kontroller av hur mycket mikroplaster det finns i slammet och vad händer med slammet som lagras?
 - Om ja, vika typer av kontroller
 - Om inte, tycker ni detta borde finnas?

Övriga frågor

- Vet ni om att det finns konstgräsplaner i kommunen i närheten av ert reningsverk? Vet ni vilka metoder de använder för att förhindra spridning av granulat till avloppsvattnet?
- Vilka förbättringar av reningsverket skulle ni vilja införa om ni fick chansen?