



Högskolan
Kristianstad

Högskolan Kristianstad
291 88 Kristianstad
044-250 30 00
www.hkr.se

Självständigt arbete (examensarbete), 15 hp, för
Kandidatexamen i miljövetenskap med inriktning mot strategiskt miljöarbete
VT 2021
Fakulteten för naturvetenskap

Åtgärdsförslag för minskad spridning av mikroplaster från konstgräsplaner till vattenmiljöer

Risker och möjligheter utifrån ett hållbarhetsperspektiv

Malin Nilsson

Författare

Malin Nilsson

Titel

Åtgärdsförslag för minskad spridning av mikroplaster från konstgräsplaner till vattenmiljöer. Risker och möjligheter utifrån ett hållbarhetsperspektiv.

Engelsk titel

Proposed actions to reduce the spreading of microplastics from artificial turfs to aquatic environments. Risks and possibilities from a sustainability perspective.

Handledare

Hristina Bodin

Examinator

Lennart Mårtensson

Sammanfattning

Mikroplaster är svårnedbrytbara partiklar av syntetiska och icke-syntetiska polymerer i storleksspannet 1 nanometer till 5 millimeter och grupperas ofta som primära (producerade) och sekundära (fragmenterade). Upptäckten att dagvattnet kan vara en betydande källa till mikroplastutsläpp i akvatiska miljöer och konstgräsplaner och i synnerhet fyllnadsmaterialet (gummigranulat) har utpekats som en betydande bidragande orsak till mikroplastutsläpp. Fokusområdet för denna studie är därför att utarbeta åtgärdsförslag genom bland annat öppna dagvattenlösningar för att minska spridningen av gummigranulat och mikroplaster till akvatiska miljöer samt hur implementering av öppna dagvattenlösningar kan bidra till att uppnå de svenska miljö kvalitetsmålen. Arbetet har utförts genom litteraturstudier, fältstudier med provtagningar samt genom e-postutskick och telefonsamtal med utvalda skånska kommuner. Detta arbete visar att tillfrågade

kommuner vidtar åtgärder för minskat granulatsvinn och mikroplastutsläpp genom skötselrutiner, information och beteendepåverkan samt forskning och utveckling.

Jord- och sedimentproverna från konstgräsplaner i Ängelholms kommun har i denna studie mindre partikelantal än tidigare studier, detta antas bero på felkällor såsom begränsad tillgång till analysutrustning. Provresultatet, framtaget genom densitetsseparation, påvisar en lägre risk för jordkontaminering av mikroplaster än väntat. Öppna dagvattenlösningar i anslutning till konstgräsplaner kan bidra till att uppnå några av miljö kvalitetsmålen inom klimatpåverkan, giftfri miljö samt bevarande och skydd av akvatiska miljöer. Åtgärdsförslagen för minskad granulat- och mikroplastspridning som detta arbete resulterat i är tillämpligt för Sveriges alla kommuner och omfattar bland annat implementering av öppna dagvattenlösningar, protokollföring vid tömning av granulutfällor samt uppförande av handlingsplan för minskad granulat- och mikroplastspridning från konstgräsplaner.

Ämnesord

Mikroplast, konstgräsplaner, öppna dagvattenlösningar, hållbar dagvattenhantering, vattenmiljöer, åtgärdsförslag.

Förord

Jag vill rikta ett stort tack till Enheten för Natur och Ekologisk Hållbarhet i Ängelholms kommun, däribland min externa handledare David Thorstensson, för er hjälp och all ovärderlig kunskap och erfarenhet jag fått under min VFU-period och under tiden med examensarbetet. Stort tack till Hristina Bodin vid Högskolan Kristianstad för all hjälp, vägledning och feedback genom detta examensarbete och tack för alla intressanta och givande diskussioner. Tack till berörda vid Högskolan Kristianstad för en givande och lärorik tid under min utbildning på miljöstrategiprogrammet: mark, vatten och samhällsutveckling. Jag kommer ha mycket stor nytta av all kunskap och lärdom jag fått under dessa år inför kommande utmaningar!

Innehållsförteckning

Förord	III
1. Inledning	1
1.1 Syfte	2
1.2 Avgränsningar	3
2. Bakgrund	4
2.1 Mikroplasters miljö- och hälsopåverkan	4
2.1.1 <i>En historisk tillbakablick på mikroplastproblematiken – ett urval</i>	4
2.1.2 <i>De svenska miljökvalitetsmålen</i>	8
2.2 Konstgräs	9
2.2.1 <i>Uppbyggnad och underhåll</i>	10
2.2.2 <i>Fyllnadsmaterial</i>	11
2.2.3 <i>Cirkulärt = hållbart?</i>	12
2.3 Hållbar dagvattenhantering	13
2.3.1 <i>Dagvattendammar och artificiella våtmarker</i>	13
2.3.2 <i>Svackdiken</i>	14
2.3.3 <i>Biofilter/Bioretentionsanläggning</i>	14
2.3.4 <i>Dagvattenhantering kring konstgräsplaner</i>	15
3. Material och metoder	16
3.1 Provtagning	16
3.1.1 <i>Material</i>	17

3.1.2 Tillvägagångssätt	17
3.1.3 Områdesbeskrivningar	17
3.1.4 Provupparbetning och analys	18
3.1.5 Provavrinning och -vägning	19
3.2 Litteratursökning	21
3.3 Frågeställningar till kommuner i Skåne	21
4. Resultat	24
4.1 Provtagning	24
4.2 Mikroplastproblematiken och öppna dagvattenlösningar – ur ett hållbarhetsperspektiv	26
4.4 Skånska kommuners arbete med mikroplastproblematiken kring konstgräsplaner	27
4.5 Samtal med VA-chefen i Ängelholms kommun	29
4.6 Åtgärdsförslag för minskad granulatspridning från konstgräsplaner	31
5. Diskussion	33
5.1 Provtagningen	33
5.2 Felkällor	33
5.3 Kommunernas arbete	34
5.4 Dagvattenlösningar och hållbarhetsperspektivet	35
5.5 Åtgärdsförslagen	36
6. Slutsatser	38
Referenser	39

1. Inledning

Mikroplaster är svårnedbrytbara partiklar av syntetiska (petroleumbaserade) och icke-syntetiska (exempelvis gummibaserade) polymerer i storlek från 1 nanometer till 5 millimeter och grupperas ofta som primära och sekundära beroende av dess ursprung (Naturvårdsverket 2020a). Till primära mikroplaster hör industriellt framställda produkter såsom gummigranulat i konstgräsplaner och slipkornen i exfolierande hudvårdsprodukter. Sekundära mikroplaster bildas vid finfördelning, nedbrytning och förslitning av större plastmaterial såsom konstgräsplaner, plastpåsar och diverse plastavfall (Ibid).

Spridningen av mikroplaster till miljön och i synnerhet till vattenförekomster är ett växande problem vars lösning består av ett upphörande alternativt en kraftig minskning av mikroplastutsläppen (Naturvårdsverket 2020a). Enligt en miljöriskbedömning av mikroplaster i havsmiljön utförd av Everaert et al. (2018) uppstår risker för miljöpåverkan vid sedimentinnehåll av 540 mikroplastpartiklar per kg sediment. Effekterna av kronisk påverkan på havslevande individer är inte inkluderade i studien men vidare forskning efterfrågades akut (Everaert et al. 2018). En studie utförd av Göteborgs Universitet (2019) på uppdrag av Naturvårdsverket visar mikroskräpförekomst (det vill säga inte endast mikroplaster) mellan 3700-97500 partiklar per kilo torrsvikt hos strand- och sedimentprov tagna längs Bohusläns kust (Karlsson et al. 2019).

Mikroplastförekomsten i sedimentprover från 23 platser i 13 europeiska länder varierade från 48 partiklar upp till 1699 partiklar per kilo torrsvikt (Lots et al. 2017). Dessa studier visar på en utsatthet för känsliga områden där en särskilt stor mikroplastspridning riskerar att ha stor påverkan på akvatiska system.

Plaster och mikroplaster är persistenta då de är mycket svårnedbrytbara och fragmenteras både av UV-ljus och mekanisk nedbrytning vilket medför att de utgör en långvarig miljörisk och även kan bioackumuleras hos vatten- och landlevande individer (Naturvårdsverket 2019).

Det är därför av största vikt att utsläppen och spridningen upphör eller åtminstone kraftigt minskas. Implementering av öppna dagvattenlösningar kan ha potential för att minska spridningen av mikroplaster vid källan. Detta genom att agera som filter för att undvika ytterligare spridning till vattendrag och så småningom sjöar och hav.

Dagvatten kan vara en primär spridningsväg för mikroplasters transport till sjöar och hav genom avrinning av nederbörd från hårda ytor till dagvattenbrunnar som sedan leds till recipient (Magnusson et al. 2016), det är således av stor betydelse att undersöka lämpliga dagvattenlösningar för minskad spridning.

Konstgräsplaner och i synnerhet fyllnadsmaterialet bestående av gummigranulat i olika material utgör den näst största kvantifierbara källan till mikroplaster (Naturvårdsverket 2019), därav denna studies fokusområde.

1.1 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att utarbeta åtgärdsförslag i syfte att minska spridningen av mikroplaster till miljön och i synnerhet till vattenmiljöer. Syftet med åtgärdsförslagen är att dessa ska vara användbara för Ängelholms kommun och andra kommuner i Sverige. Förhoppningen är också att detta arbete kan fungera som en kunskapssamling med lämpliga åtgärder för kommuner och andra aktörer vid nyanläggning av konstgräsplaner samt erbjuda råd för minskad granulatspridning. Detta arbete avser besvara följande frågeställningar:

- Hur kan implementering av öppna dagvattenlösningar bidra till att uppnå de svenska miljö kvalitetsmålen?
- Vilka åtgärder utöver implementering av öppna dagvattenlösningar i anslutning till konstgräsplaner är lämpliga för minskad spridning av mikroplaster och granulat?
- Vilka risker för mikroplastkontamination av sediment och jord kan de öppna dagvattenlösningarna potentiellt medföra?
- Hur arbetar några av Skånes kommuner med mikroplastproblematiken kring konstgräsplaner och fyllnadsmaterial?

1.2 Avgränsningar

Denna studie fokuserar på landbaserade utsläppskällor av mikroplaster och avser i synnerhet fyllnadsmaterialet i konstgräsplaner tillhörande den primära gruppen mikroplaster. Studien fokuserar på konstgräsplaner i Sverige. Detta arbete har inte inkluderat ekonomiska aspekter kring konstgräsplaner och fyllnadsmaterial. Kostnads- och utformningsförslag (för exempelvis de öppna dagvattenlösningarna) ingår därför inte i detta arbete, detta även på grund av skillnader hos leverantörer och i utformningen av vardera anläggning och omgivning. Generella åtgärdsförslag ges och dessa kan anpassas efter anläggningsutformning och behov.

2. Bakgrund

2.1 Mikroplastens miljö- och hälsopåverkan

Mikroplaster har en betydande och omfattande påverkan på miljön och individer i såväl havsmiljö som i sjöar och vattendrag då de ackumuleras i plankton, musslor, fiskar och även fåglar (Naturvårdsverket 2017). Problematiken förvärras av mikroplasternas svårnedbrytbara egenskaper vilket innebär att de även ackumuleras i sediment och i vattenförekomster och därmed utgör ett långvarigt hot (Ibid.). Hälsopåverkan hos individer är mindre känd men forskning tyder på att riskerna ökar med minskad partikelstorlek av mikroplasterna (Ibid.). Därför är det angeläget att minska spridningen av mikroplaster samt att undvika uppkomsten av nya källor.

2.1.1 En historisk tillbakablick på mikroplastproblematiken – ett urval

Redan under 1970-talet uppmärksammades förekomsten av plastfragment vid ytvattenprovtagningar längsmed Nordvästra Atlantens kuster av Colton et al. (1974). I denna studie användes ett så kallat neustonnät vid provtagningarna på 236 platser där sammanlagt 305 genomdragningar utfördes.

Fragmenten som infångades i nätet varierade i storlek beroende på material och uppgavs vara i varierande storlekar (0,2-3,4 mm). Även större fragment av frigolit och någon form av mjukplast samt bitar av hårdplast påträffades vid provtagningarna. Slutsatsen av studien var att polystyrenkulorna och polyetencylindrarna släppts ut genom industrispillvatten från närliggande plastproducerande industrier. Resterande plastbitar bedömdes vara fragmenterade engångsförpackningar för livsmedel (Colton et al. 1974).

Thompson et al. (2004) uppmärksammade mikroplastproblematiken och menade att ämnet inte belysts tillräckligt sedan 1960-talet, med undantag för ovanstående forskning av Colton et al. (1974). Thompson et al. (2004) kartlade mikroplastförekomsten i kustsediment genom 30 provtagningar vid estuarium

(flodmynningar), litoralzoner (ovanför högvattensnivån, närmast land) samt sandstränder längsmed Plymouths kust i Storbritannien. Nio polymerer identifierades varav de syntetiska i synnerhet återfanns i prover från litoralzonerna. Med avseende på de identifierade polymertyperna drog forskarna i nämnd studie slutsatsen att mikroplasterna var sekundära då de bedömts vara fragmenterade av rep, kläder och förpackningar, mestadels i fiberform men även granulat (Thompson et al. 2004).

I Sverige uppmärksammades problematiken med plastpartiklar i marina miljöer först år 2007 (Norén) i en förstudie där 19 vattenprov och tre sedimentprov togs från platser mellan Göteborg och Lysekil. Provtagningsutrustningen i förstudien (Norén 2007) bestod av nät med porstorlekarna 450 och 80 mikrometer vilka använts för filtrering enligt snarlik metod använd av Thompson et al. (2004). Resultatet visade 150 – 2400 plastpartiklar per kubikmeter vid filtrering genom det finporiga nätet jämfört med 0,01 – 0,14 plastpartiklar per kubikmeter genom det grovporiga nätet (Norén 2007). Plastpartikelfyndet vid användning av 450 mikrometersnätet motsvarande fynd i tidigare studier som uppges vara 0,01 – 7 plastpartiklar per kubikmeter (Norén 2007.). Områden intill plastproducerande industrier bedöms i förstudien (Ibid.) vara särskilt utsatta då mycket hög koncentration av plastpartiklar, 102 000/m³, uppmätts i vattenprover nära sådan industri (Ibid.). Föreslagna åtgärder innefattar vidare provtagning med avseende på mikroplaster, främst kring Stenungsund och Bohuskusten samt kring plastproducerande industrier, för utredning kring huruvida mikroplastförekomsten ökat med plastproduktionen ur ett historiskt perspektiv (Ibid.).

Noréns (2007) förstudie uppmärksammades i en årlig rapport utgiven av Naturvårdsverket i samarbete med Havsmiljöinstitutet (Norén et al. 2009). Även i Naturvårdsverkets årsredovisning för året 2009 (Naturvårdsverket 2010) uppmärksammades Noréns (2007) förstudie gällande mikroplastproblematiken längs svenska västkusten. Norén & Magnusson (2011) utförde en fältstudie för utarbetande av en effektiv provtagnings- och analysmetod för mikroskopiska

partiklar i den marina miljön. Denna teknik användes sedan i författarnas fältstudie och fynden vid de 21 provtagningsplatserna bestod av mikroskopiska fibrer och nyfunna svarta partiklar vilka härleddes till bland annat vägslitage och flygaska (Norén & Magnusson 2011). Naturvårdsverkets publikation *Det här är ingen skräpfråga* (Naturvårdsverket 2012) belyste mikroplastproblematiken med avseende på nedskräpning både i urbana och marina miljöer.

Naturvårdsverkets publikationer *Årsredovisning* (Naturvårdsverket 2015 & 2020b) har sedan 2015 och fram till 2020 belyst mikroplastproblematiken genom hänvisning till pågående extern och intern forskning och kartläggning samt genomförda studier och rapporter avseende mikroplaster i miljön. Även i publikationerna *Miljömålen* (Naturvårdsverket 2016a & 2021b) är mikroplaster omnämnda från år 2016 till 2021, bland annat gällande åtgärder för minskad spridning.

Mikroplastproblematiken från konstgräsplaner och fyllnadsmaterialsläckage uppmärksammades senare än läckaget av miljö- och hälsofarliga ämnen från konstgräsplanerna och fyllnadsmaterialet. Kemikalieinspektionen meddelade i sin lägesrapport (2006) kring konstgräsplaner att dessa anläggningar kan innebära en lokal miljöpåverkan vid zink- och fenolläckage från gummigranulat, dock bedömdes ingen hälsorisk föreligga vid vistelse på planerna.

Den ursprungliga upptäckten av granulatläckaget till recipient via dagvatten är svår att fastställa, dock omnämns problematiken kring läckage av konstgräspartiklar via dagvatten i Göteborg stads *Miljörapport 2012* (Göteborg stad 2012). Läckageriskerna av mikroplaster från konstgräsplaner och gummigranulat till vattenmiljöer omnämns även av Wredh (2014) och utredningen kring problematiken bedöms vara bristfällig. Lassen et al. (2015) konstaterar avsaknaden av tidigare studier kring mikroplastutsläpp från konstgräsplaner.

Magnusson et al. (2016) identifierade granulatsvinn från konstgräsplaner som den näst största kvantifierbara mikroplastkällan samt dess spridningsväg via dagvattnet till vattenmiljön. I augusti 2015 gav regeringen Naturvårdsverket uppdraget att fastställa källor till mikroplastutsläpp i Sverige samt utarbeta ett åtgärdsförslag för att minska spridningen av mikroplaster (Naturvårdsverket 2017). Denna rapport (Ibid.) hänvisade till fyndet gjort av Magnusson et al. (2016). Ovan nämnda rapporter kan sägas ha lagt grunden till uppmärksamheten av mikroplastproblematiken kring konstgräsplaner och fyllnadsmaterial som gummigranulat.

2.1.2 De svenska miljö kvalitetsmålen

År 1999 beslutade Sveriges riksdag om 15 miljö kvalitetsmål, det 16:e målet beslutades 2005, i avsikt att inom en generation uppnå en god miljö enligt de definierade målen (Sveriges miljömål 2021b). År 2010 beslutades en omstrukturering av miljömålen med etappmål, generationsmålet tillades och Miljömålsberedningen tillsattes för arbetet med att uppnå miljö kvalitetsmålen (Ibid.). Nya etappmål inom exempelvis avfallsområdet, biologisk mångfald och hållbar stadsutveckling har lagts till under flera miljö kvalitetsmål mellan åren 2012 och 2021 (Ibid.). Generationsmålet bestämmer inriktningen för de 16 miljö kvalitetsmålen och syftar till att kunna överlämna en värld till nästkommande generationer där miljöproblemen lösts utan att ha påverkat omvärlden negativt (Sveriges miljömål 2021a). Miljö kvalitetsmålen (Sveriges miljömål 2021c) är följande;

1. Begränsad klimatpåverkan
2. Frisk luft
3. Bara naturlig försurning
4. Giftfri miljö
5. Skyddande ozonskikt
6. Säker strålmiljö
7. Ingen övergödning
8. Levande sjöar och vattendrag
9. Grundvatten av god kvalitet
10. Hav i balans samt levande kust och skärgård
11. Myllrande våtmarker
12. Levande skogar
13. Ett rikt odlingslandskap
14. Storslagen fjällmiljö
15. God bebyggd miljö
16. Ett rikt växt- och djurliv

2.2 Konstgräs

Sveriges konstgräsplaner är till antal för närvarande runt 1200 (Naturvårdsverket 2021a) med årlig nyanläggningstakt på ca 100 planer (Wallberg et al. 2016). Introducerandet av den tredje generationens (3G) konstgräs år 1995 innebar en stor anläggningsökning av utomhusytor och därmed ökade också granulatanvändningen (Krång et al. 2019). En stor spridning av gummigranulaten som används som fyllnadsmaterial på planerna beräknas ske till miljön (Naturvårdsverket 2021a). Spridningen av gummigranulat bedöms vara betydande men skiljer sig mellan olika studier, Krång et al. (2019) uppskattade mikroplastspridningen till miljön från en 11-manna konstgräsplan till ca 500 kg per år främst i samband med plogning och planunderhåll men framhåller att det är en siffra med stor osäkerhet som varierar beroende på snöhantering och användningsfrekvens. Hela spridningsmängden beräknas inte ske till vattenmiljöer då en viss mängd granulat som transporteras till hemmen via kläder och skor hamnar i hushållssoporna och förbränns (Ibid.). Krång et al. (2019) fann inga kvantifierbara uppgifter om mängden mikroplaster från konstgräsplanerna som når recipient. En norsk studie (Korbøl 2018) påvisade mellan 0,006 till 47,3g granulatpartiklar/liter i 117 sedimentprovtagningar från sju norska strömmar tagna upp- och nedströms från konstgräsplaner, varav granulatförekomst påvisades i 85,4% av de 28 nedströms tagna sedimentproven. Research Institutes of Sweden (RISE) utförde en studie (2019) med vattenprovtagningar från drän- och dagvattenuppsamlingsbrunnar (med utlopp i recipient) i närheten av 6 konstgräsplaner, vilket uppvisade mikroplastutsläpp beräknat till ca 6,3 kg per 11-mannaplan och år.

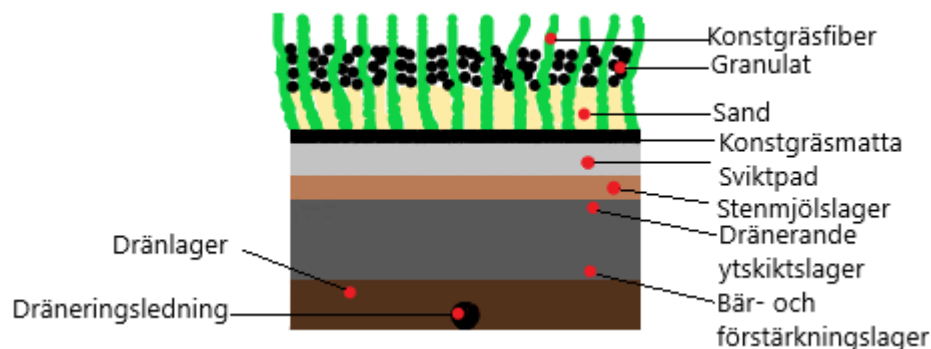
Verksamheten Beställargrupp konstgräs (BEKOGR) finansieras av Naturvårdsverket för att arbeta med projekt för kunskapsutveckling samt minskad mikroplastspridning från konstgräsplaner och dess påverkan på miljö och hälsa (BEKOGR u.å.). RISE har på uppdrag av BEKOGR tagit fram *Konstgräsguiden* (2021) för kunskapsspridning om konstgräsplaner ur ett miljö- och

hållbarhetsperspektiv och guiden är avsedd som vägledning för kommuner och exempelvis återförsäljare vid anläggning, upphandling och materialval.

2.2.1 Uppbyggnad och underhåll

Uppbyggnaden av ett tredje generationens (3G) konstgrässystem visas i figur 1 och består av en latexmatta på vilken grässtrån i polyetylen eller polypropylen är påsydda eller -klistrade (SvFF 2020). Ovanpå latexmatta ligger ett sandlager för stabilisering av grässtråna, följt av ett lager (13-15 mm) fyllnadsmaterial som oftast är gummigranulat (se figur 2.), vilket fungerar stötdämpande och vid användning av sviktlager under konstgräsmattan krävs tunnare lager fyllnadsmaterial (Ibid.).

Under denna konstruktion finns ett stenmjölslager samt dräneringsyttskikt följt av förstärknings- och dräneringslager (Ibid.).



Figur 1. Genomsnittsskiss av ett 3G-konstgrässystem. Utformad efter SvFF (2020).

Underhållet av konstgräsplanerna sker veckovis genom borstning för avlägsnande av organiskt material, harvning för granulatuuppluckring, kontroll och påfyllning av sand och granulat vid behov samt kontroll och tömning av granulatfällor omkring planerna (Unisport AB 2021). Det månatliga underhållet består av en djupgående harvning (uppluckring av granulat), granulatuuppluckring vid behov samt kontroll av linjer, sömmar och rullmotstånd. Det årliga underhållet består av djuprengöring av planen samt förebyggande åtgärder för minskad uppkomst av

mossa och ökad permeabilitet (Unisport AB 2021). Föreslagna åtgärder för minskat granulatsvinn är exempelvis noggrant underhåll, snöuppsamlingsytor i asfalt och sargkanter kring planen samt borststationer för avlägsnande av granulat från kläder och skor (Unisport AB 2021).

2.2.2 Fyllnadsmaterial

Fyllnadsmaterialet i konstgräsplaner har en viktig funktion för ökad spelbarhet och minskad skaderisk (Naturvårdsverket 2019). Det vanligaste fyllnadsmaterialet, vars användning beräknas till ca 60% av konstgräsplanerna i Sverige (Wallberg et al. 2016), är gummigranulat av SBR (styrenbutadiengummi) (se figur 2) som utvinns av återvunna bil- och maskindäck. Granulat finns även i de nytillverkade materialen vulkaniserat industrigummi, EPDM, återvunnet R-EPDM samt nytillverkad termoplast, TPE (Ibid.) Vid nyanläggning av en 11-manna fotbollsplan används mellan 51–87 ton fyllnadsmaterial beroende på granulattyp och tillverkare och vid användning av sviktpad krävs halva mängden (Magnusson 2016).



Figur 2. Konstgräsplan med SBR-granulat. Foto: Therese Johnsson.

Organiska fyllnadsmaterial, vars användning är begränsad i Sverige, betraktas som mer hållbara då de inte bidrar till mikroplastutsläpp och de är baserade på

kork, bark eller kokos (Naturvårdsverket 2021a). Även biobaserat och biologiskt nedbrytbara fyllnadsmaterial finns på marknaden (Nordic Arena Service AB u.å.b), likaså konstgräs som inte kräver något granulat (Nordic Arena Service AB u.å.a). Hybridgräs är ytterligare ett granulatfritt alternativ som består av ca 80% naturgräs förstärkt med ca 20% konstgräsfiber (Johansson 2019).

2.2.3 Cirkulärt = hållbart?

Cirkulär ekonomi innebär ett produkt- och tjänstesystem där avfall minimeras genom återanvändning, reparation och materialåtervinning vilket möjliggörs av hållbar produkt- eller tjänstedesign (Naturskyddsföreningen 2021). Detta till skillnad mot den linjära ekonomin där uttjänta och defekta produkter istället kasseras, vilket är resurskrävande och avfallsgenererande (Ibid.).

SBR-granulat som kan användas som fyllnadsmaterial i konstgräsplaner består som tidigare nämnt av återvunna bil- och maskindäck vilket medför att det kan benämnas som en cirkulär produkt. Detta innebär att dess beståndsdelar utgörs av återvunnet material, vilket medfört att uttjänta produkter (i detta fall bildäck) materialåtervunnits för att fylla en ny funktion och därmed ingår i ett kretslopp (Naturskyddsföreningen 2021). Problematiken kring cirkulär ekonomi uppstår vid återanvändning av material med (potentiellt) hälso- och miljöfarligt innehåll och beståndsdelar. Bil- och maskindäck som används vid tillverkning av SBR-granulat innehåller ett 30-tal miljö- och hälsofarliga ämnen däribland ftalater, PAH (polycykliska aromatiska kolväten), VOC (flyktiga organiska föreningar) och tungmetaller (Wallberg et al. 2016). Enligt rekommendationer av Wallberg et al. (2016) bör inte granulat tillverkat av R-EPDM från exempelvis återvunna kablar och bilmattor användas som fyllnadsmaterial i konstgräsplaner på grund av risk för höga halter av miljö- och hälsofarliga ämnen. Däremot påvisar inga studier någon föreliggande hälsofara för vistelse på konstgräsplaner med SBR-granulat (Wallberg et al. 2016). Problematiken kring gummigranulat i konstgräsplaner är främst läckaget av granulat via dagvatten till recipient (Naturvårdsverket 2019).

2.3 Hållbar dagvattenhantering

Hållbar dagvattenhantering är viktig för framtidens möjligheter att hantera ökad nederbörd på ett effektivt sätt, då öppna dagvattensystem har högre flödeskapacitet. Genom att efterlikna naturens omhändertagande av dagvatten kan detta ske i följande steg: lokalt omhändertagande av dagvattnet, fördröjd avrinning nära källan, möjliggörande av trög avledning samt en samlad fördröjning (Svenskt Vatten 2016).

I öppna dagvattensystem används ovan nämnda funktioner i samband med infiltration och filtrering i exempelvis dammar, våtmarker, svackdiken och biofilter. Reningen sker genom sedimentering, filtrering samt biologiska och kemiska processer (Blecken 2016).

2.3.1 Dagvattendammarna och artificiella våtmarker

Dagvattendammarnas funktion är rening och avledningsfördröjning av dagvattnet och de fungerar som ett estetiskt tilltalande inslag i den omgivande miljön (Svenskt Vatten 2011). Vattenkvaliteten säkerställs genom bottentätning och daglig vattenomsättning samt genom att undvika hög temperatur och gödsling längs slänterna (Ibid.). För att undvika algbildning kan med fördel träd planteras kring dammarna vilket ger skugga samt att öka vattenomsättningen med hjälp av exempelvis en fontän (Ibid.). Djupet bör vara minst 1 meter för att säkerställa god vattenkvalitet och renande växter såsom starr, vass och mynta kan planteras för en partikelfiltrerande effekt (Ibid.). Underhåll sker genom klippning längs slänter samt bortforsling av sedimenterat material (Ibid.). Avskiljningskapaciteten för mikroplaster i storlekarna 20-300 mikrometer beräknades (antal/liter) i en studie (Jönsson 2016) till 98% i en dagvattendamm på 5,7 hektar med teoretisk uppehållstid 2 dagar. För mikroplaster i storleken >300 mikrometer beräknades (antal/m³) avskiljningskapaciteten i samma damm till 73% (Ibid.). För en dagvattendamm med arean 9 hektar och en teoretisk uppehållstid på 5–10 dagar var avskiljningskapaciteten för mikroplaster i storlekarna 20-300 mikrometer 90%

beräknat på antal/liter, respektive 100% (antal/m³) för mikroplaster i storlek >300 mikrometer (Ibid.).

Ett alternativ till dagvattendammar är artificiella våtmarker som kan sägas vara en kombination mellan damm och sedimenteringsmagasin som till större del nyttjar växtligheten för rening och behandling av dagvattnet (Blecken 2016). Underhållet sker på liknande sätt som för dagvattendammar, som ansning och klippning av vegetation (Ibid.). Avskiljningskapaciteten i en anlagd våtmark med arean 0,8 hektar och teoretisk uppehållstid på 3,5 dagar beräknades för mikroplaster i storlekarna 20–300 mikrometer till 99,7% (antal/liter) respektive 100% (antal/m³) för mikroplaster >300 mikrometer (Jönsson 2016). För en anlagd våtmark vars area var 28 hektar med en teoretisk uppehållstid på 11,5 dagar beräknades avskiljningskapaciteten för mikroplaster i storlekarna 20–300 mikrometer till 99,8% (antal/liter) respektive 100% (antal/m³) för mikroplaster >300 mikrometer (Ibid.).

2.3.2 Svackdiken

Den mest använda och enklaste öppna dagvattenlösningen med avseende på utformning är svackdiket, ett grunt och oftast gräsbevuxet dike som kräver jord med god infiltration och en brunninstallation samt avloppsrör för avledning (Blecken 2016). Svackdiken ger dock ingen komplett rening och bör därför kombineras, exempelvis som förbehandling, med andra dagvattenlösningar för optimal funktion och rening (Ibid.). Reningskapaciteten för metaller och mindre partiklar är låg men större fragment avskiljs lättare (VA-guiden u.å.).

2.3.3 Dagvattenbiofilter/bioretentionsanläggning/regnbädd

En typ av infiltrationsbädd beklädd med växtlighet som fungerar renande, fördröjande och infiltrerande för dagvatten med många utformningsmöjligheter för optimal implementering i den omgivande miljön (Blecken 2016). Tidigare har studier påvisat möjlighet för god rening av diverse föroreningar (Ibid.) och i ett pågående forskningsprojekt utforskas möjligheterna med dagvattenbiofilter för

rening och filtrering av mikroplaster från dagvatten och snö framför allt från vägar (Rosander 2020). En amerikansk studie (Gilbreath et al. 2019) visade en hög reningsgrad på dagvatten renat i ett dagvattenbiofilter (rain garden). Ingående dagvatten hade en medelkoncentration på 1,6 partiklar/liter och den utgående medelkoncentrationen hade minskats med 91% (0,144 partiklar/liter) dessutom hade samtliga partiklar större än 500 mikrometer renats bort (Ibid.).

2.3.4 Dagvattenhantering kring konstgräsplaner

Enligt rekommendationer från SvFF (2020) bör granulatfällor installeras i närliggande dagvattenbrunnar samt bör dränering och dagvattenavrinning ske genom ett slutet system till en brunn för kontroll och filtrering innan vattnet släpps ut till recipient eller dagvattensystem.

En studie kring granulatmigration via konstgräsplanernas dräneringssystem till det kommunala dagvattennätet av Widström (2017) omkring Södertälje i Stockholms län. Av studien (Ibid.) framgick att dag- och dränvattenhanteringen vid en av konstgräsplanerna skedde genom avledning via ett stenbelagt dike på väg till det kommunala dagvattennätets inlopp. För två andra konstgräsplaner skedde dag- och dränvattenhanteringen genom direktpåkoppling via brunnar till det kommunala dagvattennätet och recipienterna uppges vara en dagvattendamm respektive ett vattendrag, båda med slutdestination i Östersjön (Ibid.). Provtagning var inte möjlig vid påkopplingspunkten för den förstnämnda konstgräsplanen (Ibid.), men enligt SvFFs rekommendationer (2020) ska vattnet kunna kontrolleras i en brunn före påkoppling till dagvattennätet eller utsläpp till recipient.

3. Material och metoder

3.1 Provtagning

En fältstudie har utförts den 27 april 2021 genom okulärbesiktning och jord- och sedimentprovtagningar i anslutning till konstgräsplanerna vid Vejby IP och Hjärnarps IP i Ängelholms kommun. Vädret vid provtagningarna var klart och soligt och enligt SMHI (2021b) hade södra delarna av Götaland den 25 april växlande väder med sol och regn-, snö- och hagelbyar. Under hela april månad var nederbördssumman för Ängelholmsområdet 25 mm. Vädret veckan inför provdatumet (27/4) var kall och blåsig (SMHI 2021b.). SMHI:s mätstation för nederbörd i Lund (88 km från Vejby IP) uppvisade 0,0 mm nederbörd mellan den 22–28 april (SMHI 2021a). Proverna redovisas i tabell 1 med anläggningsnamn och avstånd från plankanten samt provtyp och provdjup.

Tabell 1. Proverna med provnamn, provtyp, anläggning, och plankantsavstånd.

Prov	Provtyp	Anläggning	Avstånd till plankant (m)	Provdjup (cm)
V1	Jord	Vejby IP	5	2–7
V2	Jord	Vejby IP	5,5	0–6
V3	Jord	Vejby IP	9,95	0–3
V4	Jord	Vejby IP	7,75	0–5
H1	Jord	Hjärnarps IP	2,45	0–3
H2	Sediment	Hjärnarps IP	4,31	0–5
H3	Strand	Hjärnarps IP	4,58	0–5

Fyra prover togs vid Vejby IP och tre prover togs vid Hjärnarps IP, totalt sju prover, med olika avstånd från konstgräsplanernas kanter. Detta för att undersöka spridningen av gummigranulaten och huruvida det minskar eller ökar med avståndet från plankanten. Provdjupet sträcker sig för samtliga prov, med undantag för prov V1, från markytan som anges som "0" till det djup som uppmättes efter det att provet tagits. Provet V1 togs vid ett djup av 2 cm då markytsskiktet tagits bort, detta för att undersöka förekomsten av granulat under markytan. Se översigtskarta över området Vejby IP med utmärkta provtagningsplatser i Bilaga 1 och översigtskarta över området Hjärnarps IP med utmärkta provtagningsplatser i Bilaga 2.

3.1.1 Material

Vid provtagningarna användes en handspade avsedd för trädgårdsarbete, ett doseringsmått i plast som rymde 50 ml, glasburkar i varierande storlekar (mellan ca 200–400 ml) samt tumstock, maskeringstejp och penna för provmärkning.

3.1.2 Tillvägagångssätt

Vid val av provtagningsplats undveks områden med en uppenbar granulatansamling. Provtagningsplatserna valdes ut med avseende på lämplig placering av dagvattenlösning, avrinningsområde samt avstånd från konstgräsplanernas plankanter och dagvattenbrunnar. I Hjärnarps fall togs proverna även med hänsyn till den omgivande bäcken, vilken bör skyddas från mikroplastläckage då dess utlopp ligger inom Kägaleås avvattningsområde.

3.1.3 Områdesbeskrivningar

Vejby IP

Området omkring Vejby IP:s konstgräsplaner består av åkermark i norr, vägavskärmade bostadsområden i väst och i söder samt en återvinningsstation (FTI – Förpacknings- och TidningsInsamlingen) i öst följt av en industrianläggning. Vid närmare granskning kring den västra kupolbrunnen hittades även granulat vid dagvattenbrunnens kant. Prov V4 togs ca 30 cm ifrån

denna dagvattenbrunn. Se översiktskarta utmärkt med provtagningsplatser i Bilaga 1. Dagvattenavrinningen uppges i Ängelholms dagvattenpolicy (Ängelholms kommun 2015) ske till närmaste recipient, det vill säga ett närliggande vattendrag.

Hjärnarps IP

Området omkring Hjärnarps IP består av skogsmark och grönområden. Omkring konstgräsplanen rinner ett vattendrag, vars avvattningsområde är Käggleån. Prov H2 togs från sedimentet i vattendraget och prov H3 togs från vattendragets strandkant. Längsmed planens ena långsida och kortsida var skenor som fungerar som granulatuppsamling anlagda. Även gjutna plattor av fallskyddsgummi är anlagda runt planen. Se översiktskarta utmärkt med provtagningsplatser i Bilaga 2.

3.1.4 Provupparbetning och analys

Proverna lagrades i glasburkar mellan 7 och 9 dagar utomhus i en temperatur mellan 6°C upp till 10°C. Lagringstiden för vardera provet redovisas i Tabell 3 under *4.2 Provtagning* i resultatdelen.

Proverna analyserades genom densitetsseparation enligt metoden som användes i studien utförd av Krång et al. (2019), med undantag för provupparbetning med väteperoxid. Detta utfördes inte eftersom bedömning gjordes att innehållet av organiskt material i proverna var lågt. Dessutom uppgav Krång et al. (2019) i sin studie att denna typ av provupparbetning saknat framgång gällande nedbrytning och separation av organiskt material.

Till jordproverna tillsattes en blandning av 100 ml kranvatten och 2,5 g 99,99% NaCl. För att kompensera för högre vatteninnehåll i strand- och sedimentproverna tillsattes en blandning av 85 ml vatten och 5 g NaCl (dubbel mängd jämfört med jordproverna). Samtliga prover skakades om ordentligt och ställdes åt sidan i ca 20–30 minuter för att låta densitetsseparationen ske. En del organiskt material separerades på ytan av några prover vilket visas i tabell 3 under *4.1 Provtagning* i

resultatdelen. Separerade partiklar togs upp med en träspatel och lades på ett hushållspapper för att torka. Därefter analyserades partiklarna okulärt med hjälp av förstoringsglas samt mobilkamerans makrofunktion. Enligt denna metod utsorterades ett antal partiklar som bedömdes kunna vara SBR-granulat. Som referens användes en bild av SBR-granulat taget från Vejby IF:s konstgräsplan. Partiklarna som bedömdes vara granulat lades med hjälp av pincett på hushållspapper i petriskålar märkta med provnamnet.

3.1.5 Provavrinning och -vägning

Proverna vägdes på köksvåg i provburkarna före avrinning varefter de tomma burkarna vägdes för att bestämma provernas vikt före avrinning. Prov H1 hälldes i ett oblekt kaffefilter för avrinning i en större burk, 30 ml kranvatten hälldes i varje provburk för att överföra all jord till kaffefiltren. Prov H2 behandlades på samma sätt men det visade sig krävas dubbla kaffefilter på grund av provernas vikt, därmed användes även dubbla kaffefilter för prov H1. Denna metod användes sedan för samtliga prov som sedan ställdes för avrinning i 24 timmar. Proverna vägdes därefter i kaffefiltren och provvikterna före och efter avrinning visas i Tabell 2. Vågens nollställningsfunktion användes för att subtrahera vikten av kaffefiltren samt hushållspapper vid vägning. För att endast erhålla provvikterna vägdes de tomma provburkarna och avrinningsburkarna vars vikt subtraherades från provvikterna i burkarna. Som framgår av tabell 2 motsvarar inte provvikterna före avrinning de efter avrinning adderat med det avrunna vattnet, vilket de ju borde göra. Förklaringen till detta är okänd men beror troligtvis på mängden vatten som tillsattes vid provöverföringen till avrinningsburkarna.

Tabell 2. Resultatet av provvägning före och efter avrinning samt vatteninnehållet i proverna.

Provnamn	Vikt före avrinning (gram)	Vikt efter avrinning (gram)	Avrunnet vatten (gram)
V1	211	163	79
V2	217	151	91
V3	231	162	92
V4	217	144	81
H1	196	137	76
H2	268	177	85
H3	311	236	100

3.2 Litteratursökning

Informationssökning och datainsamling har gjorts för att erhålla kunskap, undersöka tidigare forskning samt verifiera uppgifter och slutsatser som dragits genom arbetets gång. Sökningarna har genomförts i huvudsak via sökmotorerna Google, Google scholar och även Web of Science. Sökningarna uttrycktes enligt följande; öppen dagvattenhantering mikroplaster, microplastics sustainable storm water management, mikroplaster konstgräsplaner, cirkulär produkt, cirkulär ekonomi, mikroplaster + konstgräsplaner, dagvattendammar mikroplaster, dagvattenbiofilter mikroplaster, mikroplast klimatpåverkan, grönområden kolsänkor, mikroplastavskiljning dagvattendammar, mikroplast dagvattendammar, microplastics storm water ponds, hybridgräs konstgräsplaner, artificial turfs microplastics, jordkontaminering mikroplaster.

För att hitta relevanta källor om mikroplastproblematiken och undersöka hur ämnet uppmärksammats genom åren har Naturvårdsverkets relevanta publikationer genomsökts. Publikationer av relevans valdes ut genom fokus inom ämnena plast, föroreningar, akvatiska miljöer, samt årsredovisningar och miljömålspublikationer. Relevanta publikationer genomsöktes med hjälp av sökorden ”plast”, ”mikroplast”, ”microplastics”, ”partiklar” och ”fragment” för att hitta källor där mikroplaster och mikroplastproblematiken omnämns.

Referenslistan hos relevanta rapporter har använts för att finna andra rapporter av relevans.

3.3 Frågeställningar till kommuner i Skåne och NSVA

Ett antal kommuner i Skåne kontaktades angående dagvattenhanteringen kring konstgräsplanerna i kommunerna. De kommuner som kontaktades var Båstad, Helsingborg, Hässleholm, Höganäs, Kristianstad, Landskrona, Lund, Malmö, Trelleborg, Ystad och Ängelholm. Förutom frågorna som ställdes gjordes även en förfrågan om information om konstruktionen av konstgräsplanerna i kommunerna.

Svaren på e-postutskicket redovisas i tabell 5 under *Resultat i 4.4 skånska kommuners arbete med mikroplastproblematiken kring konstgräsplaner*. Godkännande för publicering har erhållits av samtliga tillfrågade. Utskicken gjordes den 21 och den 24 maj och frågorna som ställdes var:

- Vilken generation konstgräs samt vilket fyllnadsmaterial använder kommunen för konstgräsplanerna?
- Vilka åtgärder har vidtagits för att minska spridningen av gummigranulaten till den omgivande miljön och vattendrag?
- Hur planeras och sköts dagvattenhanteringen kring konstgräsplanerna?
- Används några öppna dagvattenlösningar såsom biodiken för att minska spridningen av gummigranulaten till miljön?

Även VA-chefen i Ängelholms kommun kontaktades via e-post och undertecknad blev senare samma dag kontaktad via telefon. Under samtalet diskuterades dagvattenhanteringen kring konstgräsplanerna i Ängelholms kommun samt potentiella spridningsvägar för gummigranulaten, möjligheterna för implementering av öppna dagvattenlösningar i anslutning till konstgräsplanerna. Samtalet redovisas under *Resultat i 4.5 Samtal med VA-chefen i Ängelholms kommun*. Utskicket gjordes den 24 maj och frågorna som ställdes var:

- Vilken generation av konstgräs och vilka fyllnadsmaterial används på planerna?
- Vilka åtgärder har vidtagits för att minska spridningen av gummigranulaten till den omgivande miljön och vattendrag?
- Hur ser ni på möjligheterna att anlägga öppna dagvattensystem såsom bioretentionsanläggning eller biodiken i anslutning till konstgräsplanen för

att minska spridningen av gummigranulat och mikroplaster via dagvattnet till vattenmiljön?

NSVA (NordVästra Skånes Vatten och Avlopp) ansvarar för dagvattenhantering, avloppsrening samt dricksvattenleverans till Bjuv, Båstad, Helsingborg, Landskrona, Perstorp, Svalöv, Åstorp och Örkelljunga (NSVA u.å.) För att ta reda på hur dagvattenhanteringen kring Helsingborgs stads konstgräsplaner sker kontaktades NSVA via e-post den 5 juni med följande frågeställningar;

- Hur sker drän- och dagvattenhanteringen omkring Helsingborgs konstgräsplaner, exempelvis Laröds IP?
- Leds dagvattnet direkt till recipient eller till något slutet system som möjliggör kvalitetskontroll innan utsläpp till recipient?

4. Resultat

4.1 Provtagning

Resultatet av provtagningarna redovisas i tabell 3 med provnamn, lagringstid, mängd organiskt material samt antal identifierade granulatpartiklar. För information om provtyp och anläggning se tabell 1.

Tabell 3. Provtagningsresultat med provnamn, lagringstid, mängd organiskt material samt antal identifierade granulatpartiklar.

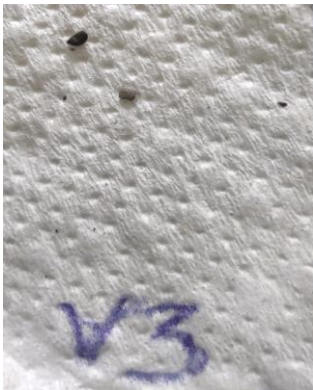
Prov	Lagringstid (dagar)	Uppskattad mängd organiskt material (gram)	Antal partiklar/gram avrunnen provvikt
V1	8	3	1/163
V2	8	3	1/151
V3	9	3	2/162
V4	9	3	0/144
H1	7	2	4/137
H2	7	1	0/177
H3	7	1	0/236



Figur 2. Partiklarna i prov V1.



Figur 3. Partikeln i prov V2.



Figur 4. Partiklarna i prov V3.



Figur 5. Partiklarna i prov H1.

De utsorterade partiklarna som bedömdes vara SBR-granulat i proverna V1, V2, V3 och H1 visas ovan av figurena 2, 3, 4 och 5 (Foton: Malin Nilsson).

Partikelstorlekarna varierade mellan 0,8 mm – 3 mm.

4.2 Mikroplastproblematiken och öppna dagvattenlösningar – ur ett hållbarhetsperspektiv

Tabell 4 visar hur öppna dagvattenlösningar i anslutning till konstgräsplaner kan bidra till att uppnå Sveriges miljömål och på så sätt bidra till en hållbar samhällsutveckling. Även potentiella risker för negativ miljöpåverkan av mikroplastproblematiken samt implementering av öppna dagvattenlösningar nämns i tabell 4. Endast de miljökvalitetsmål som är relevanta för mikroplastproblematiken har inkluderats i denna studie.

Tabell 4. Relevanta svenska miljökvalitetsmål, potentiella risker med mikroplastproblematiken och implementering av öppna dagvattenlösningar samt möjligheter för öppna dagvattenlösningar bidra till dessa miljökvalitetsmål.

Miljökvalitetsmål	Potentiella risker	Möjligheter
Begränsad klimatpåverkan	Energikrävande tillverkningsprocess av fossila råvaror (bildäck) ger klimatpåverkan (Ragnarsson u.å.)	Grönytor och dammar fungerar som kolsänkor (Boverket 2020). Öppna dagvattenlösningar har större flödeskapacitet än slutna system (Svenskt Vatten 2016) - viktig aspekt vid ökad nederbörd till följd av klimatpåverkan.
Giftfri miljö	SBR-granulat innehåller ett antal miljö- och hälsofarliga ämnen (Wallberg et al. 2016). Kontaminationen till följd av mikroplaster i jord och sediment vid öppna dagvattenlösningar.	Öppna dagvattenlösningar med växtlighet kan rena vatten från tungmetaller och filtrera partiklar (Svenskt vatten 2011).
Levande sjöar och vattendrag, Grundvatten av god kvalitet & Hav i balans samt levande kust och skärgård	Mikroplast kan ha negativ inverkan på akvatiska miljöer och är persistenta (Naturvårdsverket 2020a).	Öppna dagvattenlösningar har visats kunna filtrera bort mikroplaster från dagvatten (Gilbreath et al. 2019).

4.4 Skånska kommuners arbete med mikroplastproblematiken kring konstgräsplaner

Nedan visas sammanställningen av svaren på e-postutskicket som inkommit från de kontaktade kommunerna (se avsnitt 3.3 *Frågeställningar till kommuner i Skåne och NSVA*). Handlingsplaner för minskat mikroplastutsläpp söktes fram från de kommuner som besvarat e-postutskicket och dessa ligger i kombination med de inkomna svaren från kommunerna till grund för den sammanställda informationen i tabell 5. De kommuner som besvarat e-postutskicket med behjälplig information, alternativt kontaktades via telefon, visas i tabell 5. Samtliga besvarande kommuner anser att granulatfällor är bra men inte tillräckligt för att minska granulat-och mikroplastspridningen. Ingen av kommunerna uppger att det finns några öppna dagvattenlösningar i anslutning till konstgräsplanerna.

Ingen i de tillfrågade kommunerna hade information om dagvattenhanteringen kring konstgräsplanerna. För att få svar på frågorna om hur dagvattenhanteringen kring konstgräsplanerna planeras och sköts, kontaktades NSVA via e-post (se avsnitt 3.3 *Frågeställningar till kommuner i Skåne och NSVA*). Sofia Jezek¹ meddelade att den kommunala dagvattenhanteringen i vissa fall sker via genomledning till exempelvis dammar innan avledning till recipient. Dock uppger Jezek att dagvattnet från en av konstgräsplanerna i Helsingborgs kommun avleds direkt till recipienten Öresund, dock finns filter i samtliga dagvattenbrunnar kring konstgräsplanerna uppger Anders Hammarlund². Möjlighet finns för kvalitetskontroll av dagvatten från konstgräsplanerna och måste ske innan avledning till det kommunala dagvattennätet för att undvika beblandning med övrigt dagvatten, menar Jezek.

¹ Sofia Jezek, miljö-och processingenjör NSVA, e-postkonversation den 10 juni 2021.

² Anders Hammarlund, chef – anläggningar, skol- och fritidsförvaltningen, Fritid Helsingborg, e-postkonversation den 17 juni 2021.

Tabell 5. Resultatet från undersökningen om kommuners arbete med mikroplastproblematiken kring konstgräsplaner.

Kommun	Antal planer, typ av konstgräs och fyllnadsmaterial?	Vidtagna åtgärder mot granulatsvinn?
Helsingborg (Helsingborgs stad 2018)	16 planer, två under anläggning 2018. SBR-granulat, TPE, EPDM, R-EPDM samt kork.	Övertäckta gallerbrunnar vid planskötsel, borststationer för kläder och skor, granulutfällor i dagvattenbrunnar, konstgräs utan granulat runt planen i stället för asfalt för kvarhållande av granulat.
Hässleholm ³	Fyra planer (varav en inomhus) 3G med sviktpad. Tre med SBR en med TPE.	Granulutfällor. Asfalterad invallad yta vid planerna för snöupplag. Informationsspridning, skakskydd på maskiner.
Höganäs ⁴	Tre planer, okänd konstgrästyp och fyllnadsmaterial.	Borststationer och rengöringsrutiner för spelare. Granulatuppsamling och återförsl.
Kristianstad ⁵	Fyra planer. 3G med sviktpad, R-EPDM.	Låg sarg runt planerna, granulutfällor, uppsamlingsgaller och borststationer vid in-/utpassering, skötselrutiner, informationsanslag.
Lund (Persson et al. 2021)	Elva planer. 3G konstgräs med R-EPDM.	Granulutfällor, sarger, borststationer, informationsplakat, rengöring av driftfordon, påverkansarbete mot fotbollsföreningar. Planerat forskningsprojekt kring mikro-och nanoplast i dagvatten. ⁶
Trelleborg ⁷	Fem planer, varav en med kork, en SBR-granulat, en R-EPDM.	Borststationer, planer på sarger och granulutfällor. Forskningsbevakning, projekt kring svinn och spridning, information och beteendepåverkan (Flygare Ivarsson 2019).

³ Henrik Samevik, avdelningschef, Kultur- och fritidsförvaltningen i Hässleholms kommun, e-postkonversation den 3 juni 2021.

⁴ Per-Ola Hiller, enhetschef, Kultur- och fritidsförvaltningen, Höganäs sportcenter i Höganäs kommun, e-postkonversation den 7 juni 2021.

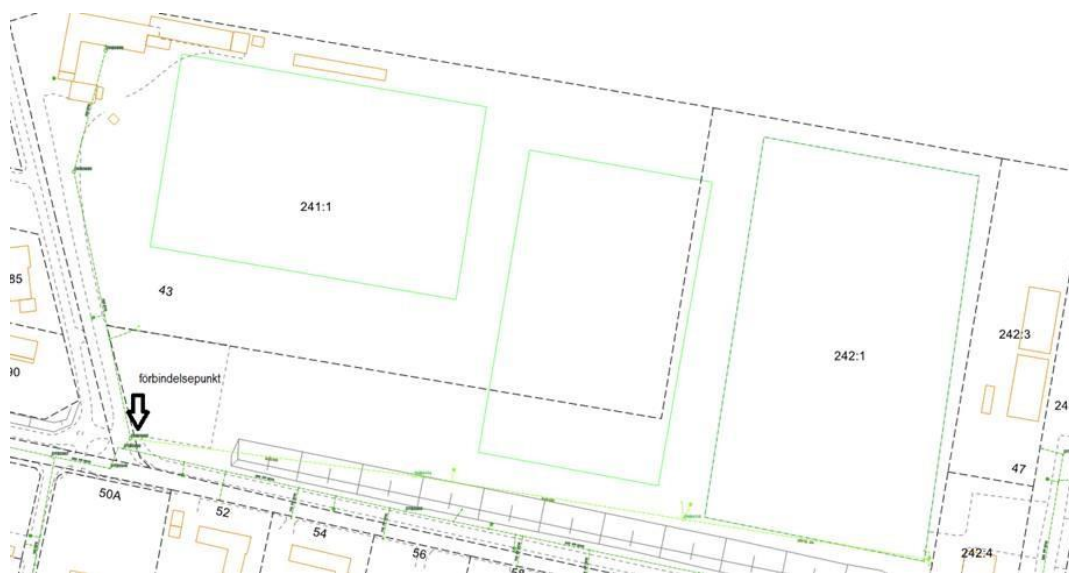
⁵ Johnny Perkmar, driftledare, Kristianstad kommun, telefonsamtal den 7 juni 2021.

⁶ Mira Granslandt Norsell, miljösamordnare, Kultur-och fritidsförvaltningen i Lunds kommun, e-postkonversation den 28 maj 2021.

⁷ Enhetschef på serviceenheten, Trelleborgs kommun, e-postkonversation den 27 maj 2021.

4.5 Samtal med VA-chefen i Ängelholms kommun

Vid samtal med Roger Karlsson⁸, VA-chef i Ängelholms kommun, framkom att dagvattenhanteringen vid Hjärnarps IP inte sker kommunalt utan hanteras lokalt genom avrinning till bäcken invid konstgräsplanen. Dagvattenhanteringen vid Vejby IP sker fram till förbindelsepunkten med det kommunala dagvattennätet, se figur 6.



Figur 6. Dagvattenkarta över Vejby IP med utmärkt förbindelsepunkt.

Roger Karlsson menar att den största spridningen nödvändigtvis inte sker via dagvattnet utan lika troligt då spelarna förflyttar sig från planen. Man kan heller inte förutsätta att driftfordon/traktorer endast används på konstgräsplanerna och inte på andra planer eller andra områden inom verksamheten, menar Karlsson. Detta kan innebära att granulatspridningen kan ske vid körningen mellan planerna och vid andra arbeten då maskiner används, vilket också kan vara en betydande spridningsväg.

⁸ Roger Karlsson, VA-chef i Ängelholms kommun, telefonsamtal den 24 maj 2021.

Gällande öppna dagvattenlösningar i anslutning till konstgräsplanerna anser Karlsson att hänsyn även måste tas till spridningsvägarna via spelare och maskiner. Det är även viktigt att ta hänsyn till underhållskostnaderna av de öppna dagvattensystemen. Karlsson menar att öppna dagvattenlösningar kan vara en lösning, men att det kanske inte är hela lösningen.

4.6 Åtgärdsförslag för minskad granulatspridning från konstgräsplaner

Detta arbete har resulterat i ett antal generella åtgärdsförslag för minskad granulatspridning från konstgräsplaner i Sverige. Åtgärdsförslagen kan med fördel användas av Ängelholms kommun. Förslagen har utarbetats efter litteraturstudier kring lämpliga dagvattenlösningar, rapporterade vidtagna åtgärder från skånska kommuner samt sammanställning av åtgärdsförslag från litteraturstudier. Tabell 6 visar åtgärdsförslagen och potentiella risker och nackdelar samt möjligheter och fördelar med vardera åtgärdsförslaget.

Dagvattenbiofilter eller bioretentionsanläggningar har enligt en treårig studie av Gilbreath et al. (2019) visats kunna filtrera bort mikroplaster till 91% från dagvatten intill en högt trafikerad väg. Detta i kombination med dagvattenbiofiltrets bidragande till ökad biologisk mångfald, dess funktion som kolsänka (Sveriges miljömål 2019, Boverket 2020) samt att det är lättskött gör att det lämpar sig i anslutning till konstgräsplaner. Organiska fyllnadsmaterial såsom kork genererar inte mikroplaster men har visats generera statisk elektricitet vilket medför att fyllnadsmaterialet i större utsträckning fäster på spelarnas kläder (Jensfelt 2019). Generellt sett är organiska fyllnadsmaterial dyrare i inköp än syntetiska men kokosbaserat granulat uppges vara prismässigt likvärdigt med TPE och EPDM (Andersson et al. 2017). En konstgräsyta utan granulat omkring konstgräsplanen kan motverka granulatspridning genom att granulaten hålls kvar i konstgräset, särskilt med en lutning in mot planen (Krång et al. 2019).

Utformning av en handlingsplan för minskad granulat-och mikroplastspridning från konstgräsplaner anges som åtgärdsförslag då flera av de tillfrågade kommunerna har sådana eller liknande handlingsplaner (Flygare Ivarsson 2019, Helsingborgs stad 2018, Persson et al. 2021).

Tabell 6. Åtgärdsförslag för minskad granulatspridning med nackdelar och fördelar med dessa.

Åtgärdsförslag	Nackdelar	Fördelar
Implementering av öppna dagvattenlösningar lämpade för området. Exempelvis: dagvattenbiofilter, våtmarker, dammar.	Innebär anläggnings- och underhållskostnader. Kräver underhåll. Potentiell risk för jord- och vattenkontaminering av mikroplaster från granulatet.	God reningskapacitet (Gilbreath et al. 2019, Jönsson 2016, Rosander 2020). Ökad biologisk mångfald (Sveriges miljömål 2019). Kolsänka (Boverket 2020). Lättskötta system, skötseln kräver ej avancerad utrustning.
Granulatfällor och mikroplastfilter i anslutande dagvattenbrunnar.	Materialkostnader. Nanoplast kan sköljas igenom.	Minskar risk för granulats- och mikroplastspredning via dagvattnet.
Organiska fyllnadsmaterial (olivkärnor, kokos, bark, kork) i stället för gummi- och plastbaserade.	Ev. högre inköpskostnader. Kork kan generera statisk elektricitet (Jensfelt 2019).	Nedbrytbara material. Ger ej upphov till mikroplaster. Kokosbaserat prismässigt likvärdigt med TPE (Andersson et al. 2017).
Hybridgräs (ca 80% naturgräs och 20% konstgräsfiber (Johansson 2019)).	Något högre driftkostnad, ej spelbar vintertid, halka och hårdhet kan förekomma första året (Johansson 2019).	Slitstarkt, granulatsfritt, naturgräskänsla, hög spelkvalitet (Johansson 2019).
Avledning av drän-/dagvatten till slutet system, med provtagningsbrunn (SvFF 2020).	Anläggningskostnader.	Möjliggör kvalitetskontroll av vattnet för minskat granulatspridning och mikroplastutsläpp (SvFF 2020).
Sarger omkring konstgräsplanen.	Anläggnings- och materialkostnader. Potentiell skaderisk.	Kan hindra granulatspridning från konstgräsplanen.
Konstgräs omkring planen.	Material- och anläggningskostnader. Större konstgräsytor innebär större risk för sekundärt mikroplastutsläpp (slitage).	Lutning mot planen för kvarhållande av granulats (Krång et al. 2019). Minskad skaderisk.
Skakskydd och skötselrutiner för driftfordon.	Viss inköpskostnad och tidsåtgång.	Minskar granulatsvinn vid körning av driftfordon.
Borststationer och rengöringsrutiner för spelare.	Viss tidsåtgång för spelarna.	Minskar risk för granulatspridning via kläder och skor.
Informationsspridning och beteendepåverkan.	Viss inköpskostnad.	Information kan leda till positiv beteendeförändring.
Utformning av handlingsplan med åtgärder för minskat granulats- och mikroplastspredning.	Viss personalkostnad. Viss tidsåtgång.	Ger en tydlig översikt och klara mål i ett samlat dokument att arbeta mot.
Årlig protokollföring vid tömning av granulatsfällor.	Kräver viss utrustning för protokollföring. Viss tidsåtgång. Kräver samarbete mellan kommunernas enheter och med andra aktörer.	Ökad uppfattning om spridning. Vägledning kring behovet av åtgärder. Resultaten bör inkluderas i handlingsplanen.

5. Diskussion

5.1 Provtagningen

Denna diskussionsdel avser besvara frågeställningen;

Vilka risker för mikroplastkontamination av sediment och jord kan de öppna dagvattenlösningarna potentiellt medföra?

De identifierade granulatpartiklarna var betydligt färre än vad som förväntades men med tanke på att uppenbara granulatansamlingar undveks vid de utvalda provtagningsplatserna är resultatet föga förvånande. Den låga mängd granulatpartiklar kan anses vara positiv då det kan påvisa att ackumuleringen av granulat i jorden är mindre än väntat och att kontaminationen kan väntas vara förhållandevis låg. Det skulle också kunna betyda att dagvattnet innehåller desto fler granulatpartiklar. Ett förändrat klimat med ökad nederbörd skulle då kunna innebära att fler granulatpartiklar transporteras till recipient via dagvattnet. Krång et al. (2019) fann vid provtagning i dagvattenbrunnar (angränsande till konstgräsplaner) betydligt större andel gummigranulat per kilo sediment (300 000) motsvarade 41g gummigranulat/kilo sediment. Det är dock inte helt jämförbart med provtagningen som utförts i detta arbete, då nämnda studier inte innefattat provtagningar av jord i närheten av konstgräsplaner. Den stora skillnaden i partikelantal funna i detta arbete och det rapporterade antal i nämnd studie beror, förutom skillnaden i provtagningsplatser, sannolikt på skillnader i provupparbetning och analysmetod samt antalet provtagningar. Dessutom saknades tillgång till laboratorium och analysutrustning i detta arbete.

5.2 Felkällor

Då provanalys gjordes i hemmet var dessvärre tillgången på utrustning och instrument för mätning och analys mycket begränsad. Dessutom gjordes ingen provupparbetning såsom torkning eller väteperoxiduppslutning för eliminering av organiskt material. Dessvärre togs inget fysiskt referensprov (endast foto) med

granulat från anläggningarna, vilket hade kunnat underlätta analysen och bedömningen av partiklarna i proverna. Antalet provtagningar och provplatser kan bedömas som för få för att kunna dra en egentlig slutsats kring den faktiska spridningen av granulat från konstgräsplaner som ju påverkas av tid och rum. Dessa faktorer bedöms ha påverkat resultatet av provanalyserna men bedöms inte påverka resultatet av detta arbete, inte heller de åtgärdsförslag som tagits fram då provresultaten inte legat till grund för dessa åtgärdsförslag.

5.3 Kommunernas arbete

Denna diskussionsdel avser besvara följande frågeställning:

Hur arbetar några av Skånes kommuner med mikroplastproblematiken kring konstgräsplaner och fyllnadsmaterial?

Svar på e-postutskicket inkom från Helsingborg, Hässleholm, Höganäs, Kristianstad, Lund och Trelleborg. Att inte samtliga tillfrågade kommuner svarade antas bero på hög arbetsbelastning i kombination med att e-postutskicket gjordes i ett sent skede i arbetet. Svar från NSVA angående dagvattenhanteringen kring konstgräsplaner påvisade möjlighet för kvalitetskontroll av dagvattnet från konstgräsplanerna, samt att avledning i vissa fall sker till exempelvis dagvattendammar före utsläpp till recipient. Dagvattendammar kan innebära en ökad reningskapacitet (Jönsson 2016), dock uppgavs dagvattenavledningen från en av konstgräsplanerna i Helsingborgs kommun ske direkt till recipient. Detta skulle kunna innebära ökad spridning av granulat och mikroplaster, vilket även visats i en norsk studie (Korbøl 2018) av nedströmsprovtagningar i anslutning till konstgräsplaner.

Arbetet med att minska spridningen av mikroplaster från konstgräsplaner ser olika ut från kommun till kommun, detta är inte nödvändigtvis beroende av antalet konstgräsplaner då kommuner enligt handlingsplan vidtagit fler åtgärder än exempelvis kommuner med fler planer. Riskerna med färre åtgärder oavsett

planantal kan vara ökat granulatsvinn med mikroplastutsläpp till recipient. Följes rekommendationer från SvFF (2020) om ett slutet system för dagvatten och dränering innan utsläpp till recipient ökar möjligheterna att säkerställa god vattenkvalitet med avseende på granulat och därmed mikroplaster. Dock framkom i studien av Widström (2017) att provtagning inte var möjlig vid påkopplingspunkten för dagvattennätet, vilket det ju borde varit för att säkerställa god vattenkvalitet med avseende på granulat innan utsläpp. Positivt är att samtliga kommuner som besvarat e-postutskicket vidtar åtgärder för minskad spridning av granulat och mikroplaster. Dock har ingen av dessa kommuner några öppna dagvattenlösningar i anslutning till konstgräsplanerna, i stället ligger fokus på kvarhållande och återföring av granulat genom exempelvis utökad konstgräsyta runt planen samt underhållsmaskiner för granulata återföring. Informationsspridning och beteendepåverkan genom skyltar samt rengöringsrutiner för driftfordon. Samtliga åtgärder är såklart viktiga för minskad granulatspridning.

5.4 Öppna dagvattenlösningar och hållbarhetsperspektivet

Denna diskussionsdel avser besvara följande frågeställning;

Hur kan implementering av öppna dagvattenlösningar bidra till att uppnå de svenska miljökvalitetsmålen?

Öppna dagvattenlösningar i anslutning till konstgräsplanerna har visats kunna vara fördelaktiga ur ett hållbarhetsperspektiv för att uppnå miljökvalitetsmålen begränsad klimatpåverkan, giftfri miljö, levande sjöar och vattendrag, grundvatten av god kvalitet samt hav i balans samt levande kust och skärgård (Tabell 4).

Dagvattenbiofilter har dessutom framhävts som en dagvattenlösning för minskning av bland annat partiklar och tungmetaller till recipient (Sveriges miljömål 2019). Dessutom kan dagvattenbiofilter bidra till ökad biologisk mångfald och ett estetiskt tilltalande inslag i urbana miljöer (Ibid). På grund av

begränsat utrymme är inte alla öppna dagvattenlösningar som tidigare nämnts aktuella för implementering intill konstgräsplaner, exempelvis krävs en permanent vattenspegel med minst en meters djup för optimalt fungerande dagvattendammar (Svenskt vatten 2011). Däremot bör dagvattenbiofilter med fördel kunna anläggas i anslutning till konstgräsplanerna, åtminstone de öppna planerna utan sarger. För optimalt utförande krävs dock planering och dimensionering. En annan aspekt att ta hänsyn till är ökad nederbörd i ett förändrat klimat, vilket kan innebära större granulatspridning vilket kan medföra ett ökat behov av öppna dagvattenlösningar för att minska spridningen till vattenmiljön.

5.5 Åtgärdsförslagen

Denna diskussionsdel avser besvara följande frågeställning;

Vilka åtgärder utöver implementering av öppna dagvattenlösningar i anslutning till konstgräsplaner är lämpliga för minskad spridning av mikroplaster och granulat?

Åtgärdsförslagen innefattar förutom öppna dagvattenlösningar även andra åtgärder som framkommit genom kontakten med de tillfrågade kommunerna och genom litteraturstudier. Då vidtagna åtgärder skiljdes åt mellan olika kommuner (se Tabell 5) gjordes denna sammanställning av åtgärdsförslag (se Tabell 6) för att underlätta för kommunerna vid implementering av åtgärder för minskad granulats- och mikroplastspridning. Samtliga tillfrågade kommuner saknar kunskap om dagvattenhanteringen kring konstgräsplanerna, detta kan förklaras genom att de flesta tillhör Kultur-och fritidsförvaltningen och därmed inte har insikt i hur kommunens dagvattenhantering sker. Det kan dock argumenteras att informationen om dagvattenhanteringen kring konstgräsplaner bör inkluderas i handlingsplanen för konstgräsplaner, vilken detta arbete rekommenderar att samtliga kommuner, som har eller planerar anlägga konstgräsplan/er, bör upprätta. Åtgärdsförslaget om protokollföring vid tömning av granulutfällor tillkom efter insikten om att de flesta provtagningar för mätning av granulatsvinn görs just från

sediment i dagvattenbrunnar. Protokollföring, vilket skulle inkludera vägning av innehållet i granulatfällorna och tidpunkt för tömningen under ett år, kan ge ökad insikt i granulatsvinnet och vilka åtgärder som behöver vidtas och var för att minska detta. Kanske behövs endast ett års protokollföring men uppföljning rekommenderas för att följa åtgärdernas effekt. Inför dessa åtgärder i den framtagna handlingsplanen finns ett samlat dokument vilket kan underlätta arbetet för minskad spridning av granulat- och mikroplastspridning från konstgräsplaner. Det anses vara fördelaktigt att anlägga ett dagvattenbiofilter i nära anslutning till konstgräsplaner för att undvika granulatspridning till recipient via dagvatten och dagvattenbrunnarna. Detta med tanke på den höga avskiljningskapacitet som uppmättes i studien av Gilbreath et al. (2019), för dagvattenrening vid en trafikerad väg. Samtliga åtgärdsförslag innebär kostnader i olika utsträckning men bedöms ändå vara kostnadseffektiva i förhållande till dess fördelar.

6. Slutsatser

Mikroplastproblematiken kring konstgräsplaner och fyllnadsmaterial uppmärksammades troligtvis omkring 2012 och sedan dess har flera studier och forskning bedrivits kring mikroplastens miljö- och hälsopåverkan. Samtliga tillfrågade kommuner arbetar med åtgärder för minskad granulatspridning och ökad kunskap om mikroplastproblematiken kring konstgräsplaner. Riskerna med granulartpartiklar i jord och sediment kring konstgräsplaner har i denna studie visats vara lägre än förväntat då proverna uppvisat lågt antal partikelinnehåll. Resultatet kan dock ha påverkats av felkällor såsom begränsad provupparbetning, begränsad tillgång till analysutrustning, få provtagningstillfällen samt avsaknad av fysiskt referensprov. Öppna dagvattenlösningar har i denna studie visats vara fördelaktiga ur ett hållbarhetsperspektiv för att uppnå miljö kvalitetsmål relaterade till klimatpåverkan, giftfri miljö samt bevarande och skydd av akvatiska miljöer. För optimal implementering av öppna dagvattenlösningar i anslutning till konstgräsplaner rekommenderas noggrann planering och dimensionering för bästa resultat och funktion. Åtgärdsförslagen för minskad granulart- och mikroplastspredning som framtagits i detta arbete kan med fördel användas för alla Sveriges kommuner. Åtgärdsförslagen anses vara fördelaktiga trots att de medför kostnader i olika utsträckning.

Referenser

Andersson, A., Burström, J., Dahlstrand, G., Lavenius, A., Lidbeck, O. & Trojanowski, W. *Jämförelse av alternativa fyllnadsmaterial till konstgräsplaner*. Kandidatuppsats, Institutionen för geovetenskaper. Uppsala: Uppsala Universitet.

BEKOGR (u.å.). *Välkommen till Beställargrupp konstgräs*. <https://bekogr.se/>
[2021-05-26]

Blecken, G. (2016). *Kunskapssammanställning dagvattenrening*. (Rapport: 2016-05). Bromma: Svenskt Vatten AB.

<https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/produkt/kunskapssammanstallning-dagvattenrening/>

Boverket (2020). *Planera för kolsänkor*. https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/allmanna-intressen/hansyn/miljo_klimat/klimatpaverkan/resursanvandn/planera/ [2021-05-27]

Colton, J.B., Knapp, F.D. & Burns, B.R. (1974). Plastic particles in surface waters of the northwestern Atlantic. *Science*. 185(4150), ss. 491-497.

Doi:10.1126/science.185.4150.491

ECHA (2017). *Annex XV report. An evaluation of the possible health risks of recycled rubber granulates used as infill in synthetic turf sports fields*. European chemicals agency. https://echa.europa.eu/documents/10162/13563/annex-xv_report_rubber_granules_en.pdf/dbcb4ee6-1c65-af35-7a18-f6ac1ac29fe4

Everaert, G., Van Cauwenberghe, L., De Rijcke, M., Koelmans, A.A., Mees, J., Vandegehuchte, M. & Janssen, C.R. (2018). Risk assessment of microplastics in the ocean: Modelling approach and first conclusions. *Environmental Pollution*. Vol. 242, ss. 1930-1938. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.069>

Flygare Ivarsson, L. (2019). *Handlingsplan för att minska spridningen av mikroplaster och annat mikrokröp i Trelleborgs kommun – Projekt mikroplaster*. <https://cms.trelleborg.se/wp-content/uploads/2020/06/handlingsplan-for-projekt-mikroplaster-2018-reviderad-2019-05-10.pdf>

Gilbreath, A., Mckee, L.J., Shimabuku, I., Lin, D., Werbowski, L.M., Grbic, J., Rockman, C. & Zhu, X. (2019). Multiyear water quality performance and mass accumulations of PCBs, mercury, methylmercury, copper and microplastics in a bioretention rain garden. *Journal of sustainable water in the built environment*. Vol. 5(4), ss. 04019004-1-04019004-10. Doi:10.1016/JSWBAY.0000883

Göteborgs stad (2012). *Miljörapport 2012. En beskrivning av miljöillståndet i Göteborg*. Göteborg: Miljöförvaltningen. https://goteborg.se/wps/wcm/connect/3ada4074-505c-4bd8-8c31-c209cbf39936/N800_R_2013_9.pdf?MOD=AJPERES

Helsingborgs stad (2018). *Riktlinjer för konstgräsplaner i Helsingborgs stad – ur ett mikroplastperspektiv*. <https://www.mynewsdesk.com/se/helsingborg/documents/riktlinjer-foer-konstgraesplaner-i-helsingborgs-stad-82722>

Jensfelt, A. (2019). Miljövänlig utfyllnad av konstgräsplaner fungerade inte. *Arkitekten*. <https://arkitekten.se/nyheter/miljovanlig-utfyllnad-av-konstgrasplaner-fungerade-inte/> [2021-06-07]

Johansson, M. (2019). *Designperspektiv och konstruktion. Hur konstrueras en sluten hållbar konstgräsplan för fotboll?* Kandidatuppsats, Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.

Jönsson, R. (2016). *Mikroplast i dagvatten och spillvatten. Avskiljning i dagvattendammar och anlagda våtmarker*. Masteruppsats: Institutionen för

geovetenskaper. Uppsala: Uppsala universitet. <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1049924&dsid=-1267>

Karlsson, T.M., Ekstrand, E., Threapleton, M., Mattson, K., Nordberg, K. & Hassellöv, M. (2019). *Undersökning av mikrokräp längs bohuslänska stränder och i sediment*. Fiskebäckskil: Institutionen för marina vetenskaper, Göteborgs Universitet. På uppdrag av Naturvårdsverket.

<https://gup.ub.gu.se/publication/280403>

Kemikalieinspektionen (2006). *Konstgräs ur ett kemikalieperspektiv – en lägesrapport*. Sundbyberg: Kemikalieinspektionen.

<https://www.kemi.se/publikationer/pm/2006/pm-2-06-konstgras-ur-ett-kemikalieperspektiv-en-lagesrapport>

Korbøl, O. (2018). *Microplastics in freshwater sediments: An investigation of stream sediments downstream of artificial football turfs*. Masteruppsats, Faculty of Environmental Science and Natural Resource Management. Norwegian University of Life Sciences.

Krång, A.-S., Olshammar, M., Edlund, D., Hållén, J., Stenfors, E. & Winberg von Friesen, L. (2019). *Sammanställning av kunskap och åtgärdsförslag för att minska spridning av mikroplast från konstgräsplaner och andra utomhusanläggningar för idrott och lek*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet AB. På uppdrag av Naturvårdsverket. <https://www.ivl.se/publikationer/publikation.html?id=5698>

Lots, F.A.E., Behrens, P., Vijver, M.G., Horton, A.A. & Bosker, T. (2017). A large-scale investigation of microplastic contamination: Abundance and characteristics of microplastics in European beach sediments. *Marine Pollution Bulletin*. 123(1-2), ss. 219-226. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.08.057>

Magnusson, K., Eliasson, K., Fråne, A., Haikonen, K., Hultén, J., Olshammar, M., Stadmark, J. & Voisin, A. (2016). *Swedish sources and pathways for*

microplastics to the marine environment. A review of existing data. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.

<https://www.ivl.se/publikationer/publikation.html?id=5216>

Magnusson, K., Winberg von Friesen, L., Söderlund, K., Karlsson, P.-E. & Pihl Karlsson G. (2020). *Atmosfäriskt nedfall av mikrokräp.*

<https://www.ivl.se/publikationer/publikationer/atmosfariskt-nedfall-av-mikroskrap.html> [2021-05-27]

Naturskyddsföreningen (2021). *Cirkulär ekonomi – istället för slängsamhället.*

<https://m.naturskyddsforeningen.se/cirkular-ekonomi> [2021-05-07]

Naturvårdsverket (2012). *Detta är ingen skräpfråga! En utvärdering av kommunernas arbete mot nedskräpning.* Bromma: Naturvårdsverket.

<http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/6400/978-91-620-6494-5/>

Naturvårdsverket (2015). *Naturvårdsverkets årsredovisning 2015.* Stockholm: Naturvårdsverket & BNG Communication AB/Reform Act.

<http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/8700/978-91-620-8755-5/>

Naturvårdsverket (2016). *Miljömålen. En årlig uppföljning av Sveriges miljökvalitetsmål och etappmål.* Bromma: Naturvårdsverket.

<https://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/6700/978-91-620-6707-6/>

Naturvårdsverket (2017). *Mikroplaster. Redovisning av regeringsuppdrag om källor till mikroplaster och förslag på åtgärder för minskade utsläpp i Sverige.*

Stockholm: Naturvårdsverket. [https://www.naturvardsverket.se/978-91-620-6772-](https://www.naturvardsverket.se/978-91-620-6772-4)

[4](https://www.naturvardsverket.se/978-91-620-6772-4)

Naturvårdsverket (2019). *Mikroplaster i miljön år 2019. Redovisning av ett regeringsuppdrag*. Stockholm: Naturvårdsverket.

<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Regeringsuppdrag/Redovisade-2019/Atgarder-om-utslapp-av-mikroplaster-till-vattenmiljo/?id=22086>

Naturvårdsverket (2020a). *Mikroplast*.

<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Plast/Mikroplast/> [2021-04-13]

Naturvårdsverket (2020b). *Naturvårdsverkets årsredovisning 2020*. Stockholm:

Naturvårdsverket. <https://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/8800/978-91-620-8872-9/>

Naturvårdsverket (2021a). *Konstgräsplaners miljöpåverkan*.

<https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Plast-och-mikroplast/Konstgrasplaner/Konstgrasplaners-miljopaverkan/> [2021-04-26]

Naturvårdsverket (2021b). *Miljömålen 2021*. Stockholm: Naturvårdsverket.

<https://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/6900/978-91-620-6968-1/>

Nordic Arena Service AB (u.å.a.) Granulatfritt konstgräs.

<https://www.nordicarenaservice.se/granulatfrittkonstgras> [2021-05-22]

Nordic Arena Service AB (u.å.b) *Konstgräs*.

<https://www.nordicarenaservice.se/konstgrs> [2021-05-22]

Norén, F. (2007). *Small plastic particles in coastal swedish waters*. Lysekil: N-research. På uppdrag av KIMO Sweden.

https://www.researchgate.net/publication/284312290_Small_plastic_particles_in_Coastal_Swedish_waters

Norén, F., Ekendahl, S. & Johansson, U. (2009). Mikroskopiska plastpartiklar – fler än man tidigare trott. *Havet 2009 – om miljötillståndet i svenska havsområden*.

Norén, F. & Magnusson, K. (2011). *Mikroskopiskt skräp i havet – metodutveckling för miljöövervakning*. Lysekil: N-research för Naturvårdsverket.
<https://www.n-research.se/pdf/Magnusson%20och%20Nor%C3%A9n%202011%20Rapport%20om%20mikroskr%C3%A4p%20i%20Svenska%20vatten.pdf>

NSVA (u.å.) *Om NSVA*. <https://www.nsva.se/om-nsva/foretaget/om-nsva/> [2021-06-05]

Persson, R., Norsell, M. & Blom, J. (2021). *Handlingsplan för konstgräsplaner och granulat i Lunds kommun*.
https://lund.se/globalassets/lund.se/upp_gora/idrott-motion-och-friluftsliv/idrottsplatser-och-fotbollsplaner/handlingsplan-for-konstgras-och-granulat-i-lunds-kommun-2021-05-07.pdf? t id=1B2M2Y8AsgTpgAmY7PhCfg==& t q=konstgr%C3%A4s& t tags=language:sv,siteid:64f84e1d-b78a-4709-bb68-5676dc0dc33e& t ip=172.29.0.81& t hit.id=Pure_Core_Models_Media_Generi cMedia/_1861f2fe-d09b-4ef3-b758-53e9081568ab& t hit.pos=1

Ragnarsson, J., Länsstyrelsen Skåne (u.å.). *Problemen med plast är tre*.
<http://www.tankomplast.se/bakgrund/> [2021-05-27]

RISE (2019). *Mätning av mikroplaster till vatten från konstgräsplaner*. Borås: RISE. <https://bekogr.se/wp-content/uploads/2019/12/M%C3%A4tning-av-mikroplastutsl%C3%A4pp-till-vatten-fr%C3%A5n-konstgr%C3%A4splaner-RISE.pdf>

RISE (2021). *Konstgräsguiden. Miljö- och materialaspekter vid val av konstgräsplan*. <https://bekogr.se/guide-till-hallbara-konstgrasplaner/> [2021-06-10]

Rosander, P. (2016). *Avskiljning av mikroplast från dagvatten och snö (2020-2021)*. <https://www.ltu.se/research/subjects/VA-teknik/Forskningsprojekt/Avskiljning-av-mikroplast-fran-dagvatten-och-sno-2020-2021-1.204627> [2021-05-25]

SMHI (2021a). *April 2021 – Lufttemperatur och nederbörd*. https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.172226!/dygnstabelle_2021_04.pdf

SMHI (2021b). *April 2021 – typiskt aprilväder i april*. <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/manadens-vader-och-vatten-sverige/manadens-vader-i-sverige/april-2021-typiskt-aprilvader-i-april-1.170732> [2021-05-21]

SvFF (2020). *Svenska Fotbollförbundets rekommendationer för anläggning av konstgräsplaner. Utförandebeskrivning*. <https://www.svenskfotboll.se/49ba61/globalassets/svff/dokumentdokumentblock/anlaggning/underlag/rekommendationer-for-anlaggning-av-konstgrasplaner.pdf>

Svenskt vatten (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering. Råd vid planering och utformning*. (Publikation P105). Bromma: Svenskt Vatten AB.

Svenskt Vatten (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*. (Publikation: P110). Stockholm: Svenskt Vatten AB.

Sveriges miljömål (2019). *Biofilter – en lösning för stadsnära dagvattenrening i kalla klimat*. <https://www.sverigesmiljomal.se/larande-exempel/biofilter---en-losning-for-stadsnara-dagvattenrening-i-kalla-klimat/> [2021-05-28]

Sveriges miljömål (2021a). *Generationsmålet – miljöarbete för kommande generationer*. <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/generationsmalet/> [2021-05-22]

Sveriges miljömål (2021b). *Miljömålssystemets historia*. <https://www.sverigesmiljomal.se/sa-fungerar-arbetet-med-sveriges-miljomal/miljomalssystemets-historia/> [2021-05-22]

Sveriges miljömål (2021c). *Sveriges miljömål*. <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/> [2021-05-22]

Thompson, R.C., Olsen, Y., Mitchell, R.P., Davis, A., Rowland, S.J., John, A.W.G., McGonigle, D. & Russel, A.E. (2004). Lost at sea: Where is all the plastic? *Science*. 304(5672), ss. 838. Doi:10.1126/science.1094559

Unisport AB (2021). *Hur underhåller man en konstgräsplan på rätt sätt?* <https://www.unisport.com/sv/posts/hur-underhaller-man-en-konstgrasplan-pa-ratt-satt> [2021-05-06]

VA-guiden (u.å.). *Svackdike*. <https://vaguiden.se/dagvatten/dagvattenanlaggningar/svackdike/> [2021-05-25]

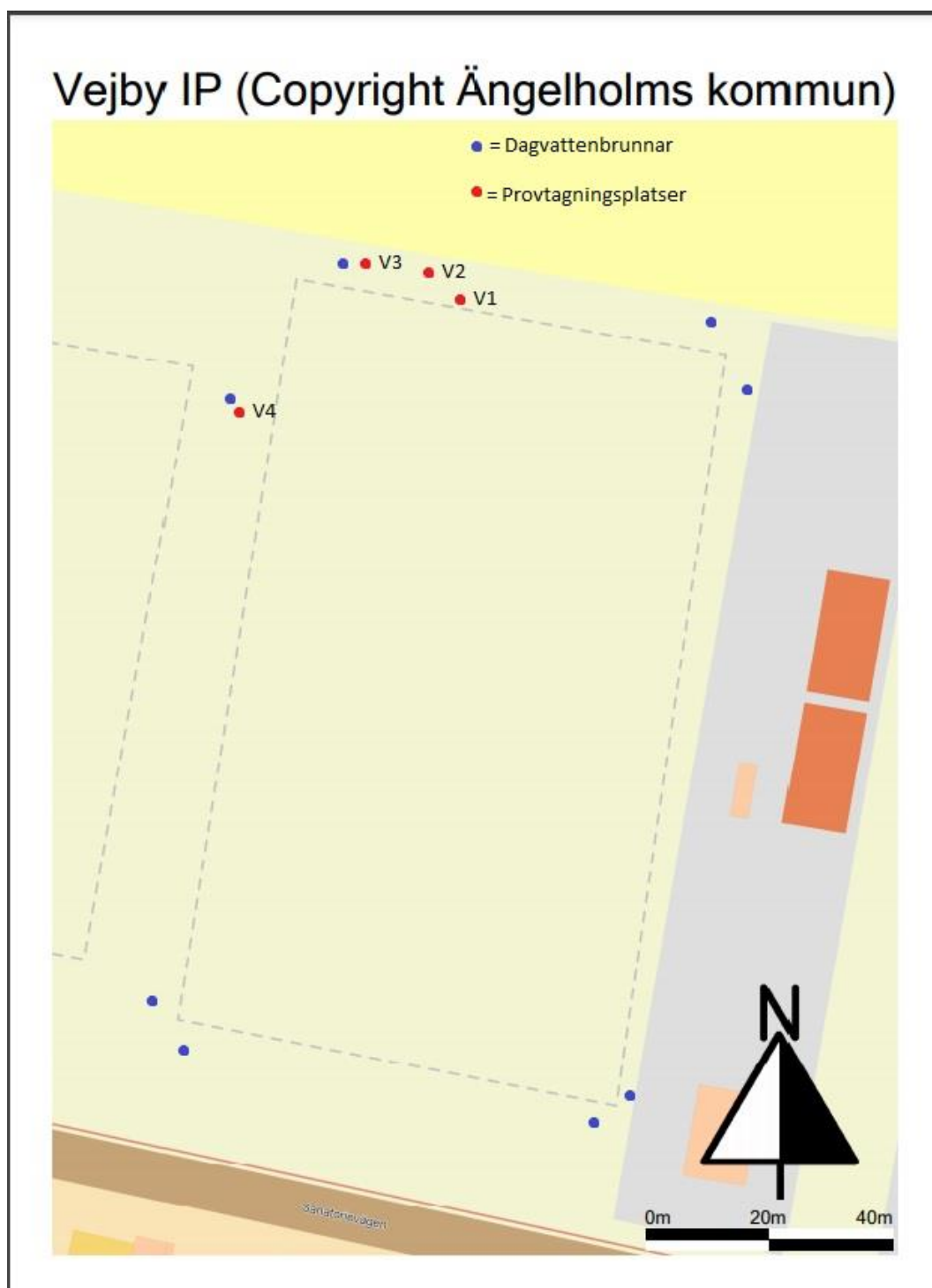
Wallberg, P., Keiter, S., Juhl Andersen, T. & Nordenadler, M. (2016). *Däckmaterial i konstgräsplaner*. SWECO. <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2016/giftfria-resurser/litt-studie-dackmaterial-konstgrasplaner.pdf>

Widström, K. (2017). , *Migration av gummigranulat från konstgräsplaner. En förbisedd miljöfarlig verksamhet*. Magisteruppsats, Institutionen för naturgeografi. Stockholm: Stockholms universitet.

Ängelholms kommun (2015). *Dagvattenpolicy för Ängelholms kommun*.

Ängelholm: Ängelholms kommun. <https://www.angelholm.se/bygga-bo-och-miljo/allt-for-dig-som-bor-har/vatten-och-avlopp.html>

Bilaga 1



Bilaga 2

Hjärnarps IP (Copyright Ängelholms kommun)

