

# Litteraturstudie:

## SBR-granulat brukt på kunstgressbaner

### - Et helse – og miljøperspektiv

#### Bakgrunn

Bruk av gummigranulat produsert av bildekk, kalt styren butadiengummi (SBR), på fotballbaner gir utfordringer som i første rekke dreier seg om helseeffekter, spredning av mikroplast og utlekking av miljøgifter til nærliggende vann, sediment og jord, samt potensiell adsorpsjon av miljøgifter i naturen og videreføring av dette til biota.

Gummigranulat laget av kasserte bildekk inneholder ulike komponenter, hvor blant annet 40 – 45 vekt% er gummi, ca. 20 vekt% carbon black, 5 – 6 vekt% silika, 15 – 25 vekt% metaller, 1 vekt% svovel og 2 vekt% sinkoksid. Innholdet av metaller domineres av bly, kadmium, kobber og sink. Konsentrasjonen av metaller domineres av sink grunnet vulkanisering og tilsetning av sinkoksid. Vulkaniseringen kan også biprodukter fra reaksjonen, som forurensning (ECHA 2017).

På grunn av innholdet av carbon black inneholder SBR – granulat polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), som er en gruppe organiske forbindelser hvor flere er karakterisert som kreftfremkallende (Cowi 2012). I følge ECHA er carbon black klassifisert som mulig kreftfremkallende. Importerte dekk kan inneholde mer PAH enn dekk produsert i EU og EØS. Dermed er det ønskelig at industrien bare holder seg til bildekk produsert i disse landene. Mennesker er først og fremst eksponert for PAH gjennom mat eller røyk (ECHA 2017).

Innholdet av ftalater er bekymringsfylt med tanke på giftighet rettet mot reproduksjon (spesielt mot fosterskader) og toksiske effekter til det akvatiske miljøet. I SBR – granulat inneholder det fire ftalater (diisobutyl ftalat, dibutyl ftalat, benxyl ftalat og bis (2-etylheksyl) ftalat) som alle klassifisert som giftige for reproduksjon og akvatiske miljø (spesielt BBP og DBP). I tillegg

karakteriserer ECHA disse for endokrine forstyrrelser relatert til menneskehelse og alle fire er inkludert i kandidatlisten over listen med veldig høy bekymring (SVHCs) (ECHA 2017).

Semi – flyktige og flyktige forbindelser (VOC), som er spesielt bekymringsverdig ved fordamping, inkluderer formaldehyd, benzen, benzotiasol, benzotiasol-2-tiol (2-MBT) og metyl isobutyl keton (MIBK). Dette er forbindelser som er bekymringsfullt ved innånding og pust, og som kan forårsake ulikenegative helseeffekter, blant annet kreftdannelse og irritasjon av øyne, luftveier og hud.

SBR – granulat er karakterisert som et blandingsprodukt og ikke som produkt. Grenseverdier for produkter er strengere enn for blandingsprodukt. Blandingsprodukt tillater høyere verdier av blant annet PAH (100 til 1000 ganger høyere) enn produkt. I følge the Netherlands National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) var fire av åtte PAH-er over grenseverdien for produkt og leketøy i deres undersøkelser gjennomført i 2017. Dette inkluderer benzo(a)pyren, som er klassifisert som kreftfremkallende (RIVM 2017). Det Europeiske Kjemikaliebyrådet (ECHA) fant ingen slike resultater i sine undersøkelser (ECHA 2017).

Spredningen av mikroplast grunnet bruk av SBR –granulat på kunstgressbaner har en stor miljøpåvirkning. Den totale mengden mikroplast fra kunstgressbaner som havner i naturen er fortsatt usikkert, men estimat fra Mepex, på vegne av Miljødirektoratet, antyder at ca. 3000 tonn granulat forsvinner fra norske kunstgressbaner hvert år (Mepex 2016). Mulige spredningsveier til miljøet rundt er snørydding ved bruk av snøfreser og skjær, kummer rundt/ved banen og spillere som tar med seg granulat vekk fra banen, hvor det spres videre i garderoben og i hjemmet. Mengden granulat i hver spredningskilde er usikkert og bør analyseres i større grad.

## Helse

Helserisikoene ved bruk av kunstgressbaner med SBR – granulat er blitt nøye undersøkt av ECHA og RIVM i 2017. Resultatene er tydelige på at det er en lav risiko for dannelse av kreft ved bruk av kunstgressbaner. Worst – case scenarier for barn, ungdom, profesjonelle og arbeidere er blitt utført. Ingen av scenarioene viser en klar risiko for kreft hos noen av utøverne (ECHA 2017, RIVM 2017). Ved oralt inntak av granulat vurderer ECHA og RIVM noe forskjellig. RIVM antar et inntak på 2,0g granulat ved vær aktivitet for barn, mens ECHA mener

inntaket ligger på 0,5g. Graden av usikkerhet er her på grunn av lite datagrunnlag og lite fokus på kombinasjonseffekter.

Konsentrasjonen av ftalater og VOC er under grenseverdiene for helserisiko, ifølge ECHA. Det er likevel blitt detektert fraksjoner av VOC, som formaldehyd og andre aldehyder, MIBK og andre ketoner, benzotiasol og 2-MBT og xylener, som kan skape irritasjon i luftrør og som kan forårsake øye – og hudirritasjon. Disse verdien er ofte høyere innendørs i fotballhaller enn utendørs. God ventilasjon er en viktig faktor som kan motvirke dette (ECHA 2017). RIVM oppdaget i sine undersøkelser at to ftalater (DEHP og DIBP) overgikk grenseverdiene for jordkvalitet i urbane områder, men overgikk ikke grenseverdien for leketøy. RIVM er enig med ECHA angående problematiske verdier av miljøgifter som kan forårsake irritasjon i luftveier, øyne og hud (RIVM 2017).

Konsentrasjonene av metaller er ifølge ECHA og RIVM lave og giftigheten lav. Likevel er dette usikker grunnet lite datagrunnlag. Det ble også, ifølge ECHA, detektert konsentrasjoner av metaller over grenseverdien for leketøy (ECHA 2017). RIVM fant verdier av kadmium og bly som overgikk grenseverdiene for leketøy (RIVM 2017). Det viser seg at mange metaller er tungt bundet til partikkelen og ikke lett migrerer fra partikkelen og bli tilgjengelig for brukere eller arbeidere (ECHA 2017). Dette er likevel debattert og andre undersøkelser viser at 24-44 % av den totale mengden bly kan løses opp og tas i kroppen (J.Zhang, Han et al. 2008). Bly lagres i skjelett, hvor halveringstid er rundt 30 år. Videre kan bly overføres til foster og kan påvirke utviklingen og hjernefunksjon hos foster (Klaasen 2013). For barn under 11 år kan, ifølge denne undersøkelsen, det maksimale inntaket av miljøgifter overstiges. RIVM beskriver sannsynligheten for kreftdannelse på grunn av SBR – granulat som lav fordi de mener det er usannsynlig at barn får i seg en så stor mengde. Videre sammenligner rapporten nivåer av bly og kadmium med det som tas opp gjennom matveien og vurderer det slik at risikoen er lav sammenlignet med mengden tungmetaller vi får gjennom kost (RIVM 2017). Ut fra de undersøkelsene som er gjort konkluderer likevel ECHA og RIVM liten negativ helseeffekt som følge av metallforgiftning, samt mulig irritasjon av øyne, luftveier og hud. Begge rapportene konkluderer at dette er usikkert grunnet lite datagrunnlag og analyser (ECHA 2017, RIVM 2017).

Videre kommer RIVM og ECHA med anbefalinger om at åpne sår må vaskes etter kontakt med SBR – granulat, hender må vaskes og granulat bør ikke svelges for å unngå en eventuelt risiko som er der (ECHA 2017, RIVM 2017).

Det ble ikke gjennomført en risikoanalyse med hensyn til naturen og utlekking i vann. Kombinasjonseffekten av miljøgiftene er heller ikke kjent. Det er en vanskelig prosess å sammenfatte alle faktorene. ECHA konkluderer med at en slik analyse ville uansett ikke ha påvirket resultatet nevneverdig (ECHA 2017).

I en rapport fra 2006, gjennomført av Norsk institutt for luftforskning (NILU), ble det påvist at SBR – granulat brukt i fotballhaller kan ha en negativ påvirkning på inneklime i fotballhaller. Dannelse av støvpartikler og mulig innhold av organiske miljøgifter kan ha en negativ helseeffekt. Innholdet av lateks er av ekstra bekymring på grunn av fare for allergiske reaksjoner. På grunn av innholdet av lateks, bør det vurderes om SBR – granulat kan brukes innendørs (Dye 2006).

Støvdannelse dannet både utendørs og innendørs kunstgressbaner er blitt undersøkt for pustbart støv, PM<sub>10</sub> (partikler med diameter < 10) og PM<sub>2,5</sub> (partikler med diameter < 2,5), samt innhold av PAH, VOC og noen metaller. Undersøkelsene viser en moderat eksponering under installasjon og vedlikeholdsarbeid (ECHA 2017). Generelt har undersøkelser vist verdier for PM<sub>10</sub> som er sammenlignbart med verdiene for urbane områder. For både VOC og PAH har undersøkelser vist verdier lik bakgrunnsverdier, altså liten påvirkning fra SBR – granulat. For metaller er dette i mindre grad blitt undersøkt. Krom, bly og sink er blitt detektert i luft ved kunstgressbaner. Konsentrasjonen har vært lav eller lik bakgrunnsverdier. Det er likevel blitt påvist enkelte forhøyede verdier av bly i luftsonen hos barn. Graden av ventilasjon vil kunne påvirke støvdanning og konsentrasjonen av PAH, VOC og metaller i luften (EPA 2016).

### Utlekking av tungmetaller og økotoksikologiske effekter

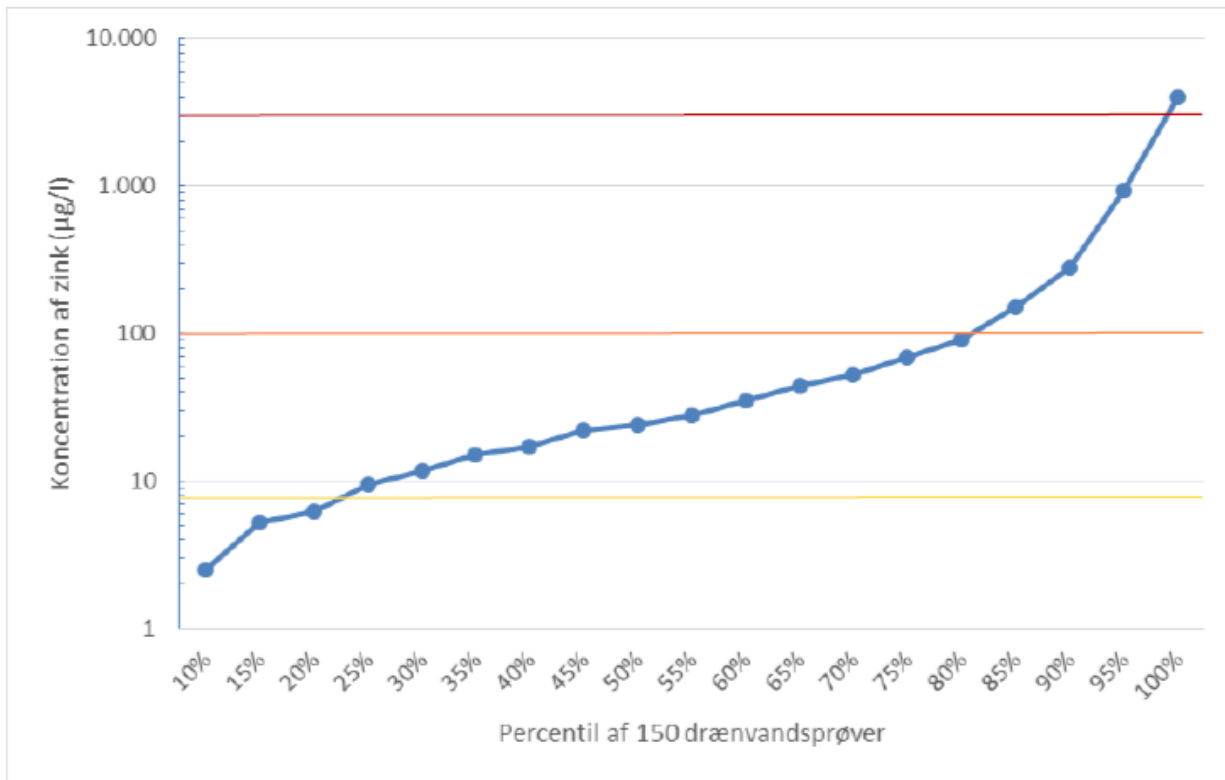
Utlekking av tungmetaller i vann, i særlig grad sink, kan bidra til et lokalt miljøproblem. Sink, i motsetning til flere andre metaller i SBR – granulat blir oppløst i vann som oppløste/frie sinkioner. Flere artikler viser til utlekking av sink som et potensielt problem og at forhøyet verdi av sink i jord og ferske og marine vann på grunn av SBR – granulat overgår gitte grenseverdier

(Verschoor 2007, J.Zhang, Han et al. 2008, Bocca, Forte et al. 2009, Li 2010, Menichini 2011, Cheng 2014).

Gummi degraderes sakte i naturen og en komplett degradering av plast til CO<sub>2</sub> og andre molekyler kan ta flere tiår (IVL 2016). Mekanismene bak og resultatet av degradering er ikke kjent, men faktorer som UV-stråling, varme, ozon, oksygen, vann og gjørmegjøring, og slitasje ved bruk vil over tid bryte ned partiklene. På grunn av de nevnte faktorene forandres den polymeriske strukturen til gummi, noe som fører til en gradvis dekomponering (Cheng 2014). Flere av de ovennevnte studiene viser til dette fenomenet, hvor partikkelstørrelsen til SBR - granulat blir mindre over tid og den totale overflatestørrelsen øker, hvorpå graden av utlekking av tungmetaller kan øke.

Økte verdier av sink kan forekomme i dreneringsvannet fra fotballbaner hvor SBR – granulat er brukt. Et stort problem er at dreneringsvannet ofte transporteres til nærliggende elv, vann eller sjø. Økotoksikologiske effekter, som påvirkning på vekst, overlevelse og reproduksjon av akvatiske planter og andre marine organismer, inkludert fisk, kan ifølge undersøkelser forekomme ved så lave konsentrasjoner som 10 – 25 µg/L (Cheng 2014). En fotballbane kan inneholde så mye som 1,2 tonn sink. Etersom en stor del av dette kan lekke ut til nærliggende vann og jord bør ikke denne effekten undervurderes.

DHI, på vegne av Miljøstyrelsen, analyserte i 2017 vannkvaliteten i dreneringsvannet fra flere fotballbaner i Danmark. Figur 1 viser stor forskjell i konsentrasjonen av oppløst sink fra tre ulike kunstgressbaner hvor SBR – granulat er blitt brukt.



Figur 1: Konsentrasjonen av oppløst sink fra 150 vannprøver av dreneringsvannet fra tre kunstgressbaner i Danmark. Den gule linjen beskriver grenseverdiene for oppløst sink i ferske og marine vann (7,8µg/l). Den oransje linjen beskriver grenseverdien for oppløst sink i grunnvann (100µg/l). Den røde linjen beskriver grenseverdien for oppløst sink i vann som skal til renseanlegg (3000 µg/l).

Oppløst sink er den delen av den totale konsentrasjonen som ikke er partikulært bundet, men som er fritt i vann og som lett kan bli tatt opp av organismer. Totalt 150 vannprøver ble samlet, noe som gir et godt statistisk grunnlag. Resultatet viser at bare ca. 23 % av alle vannprøvene ligger under de danske grenseverdiene for oppløst sink i ferske og marine vann (7,8 µg/l).

Sammenlignet med gitte norske grenseverdier for ferskvann, som er 11 µg/l (se vedlegg). Kilden til de opphøyede sink – verdiene kan komme fra SBR – granulat. Andre kilder, som kan påvirke verdien er, ifølge DHI, dreneringsmatter og atmosfærisk deponisjon (DHI 2017). For å kunne gi en god vurdering bør dette undersøkes videre. For andre metaller, har enkelte prøver av dreneringsvannet vist enkelte høye verdier av bly, kobber og kadmium. For andre organiske miljøgifter overgikk enkelte fenoler over den gitte grenseverdien for ferske og marine vann. De ovennevnte miljøgiftene er, ifølge DHI, med støtte av andre undersøkelser, problematiske (Nilsson 2008, DHI 2017). Ifølge undersøkelsen til DHI (2017) tyder det på at DEHP kan være problematisk for ferske vannområder med liten vannstrøm.

En lik undersøkelse ble gjennomført i Japan i 2008. Resultatet viser at konsentrasjonen av sink hvor pH var lavere enn 4 overskred grenseverdiene for avløpsvann (2 mg/l) satt av japanske myndigheter (Aoki 2008). Undersøkelser er blitt gjennomført på tvers av kontinenter, noe som tydeliggjør at dette er av internasjonalt fokus.

En risikovurdering utført av RIVM i 2007 identifiserte en potensiell økotoksikologisk risiko for overflatevann, grunnvann og jord. Den nederlandske rapporten visere videre til at bruk av SBR-granulat på fotballbaner ikke møter kravene for naturens tålegrense av utslipp fra bygningsmaterialer og at kriteriene for utslipp av avløpsvann blir ikke møtt (Verschoor 2007). Det siste bekreftes fra undersøkelsen til DHI (2017).

Ifølge Miljøstyrelsen i Danmark, kan sink fra kunstgressbaner hvor SBR-granulat er brukt som fyll, kunne påvirke vannkvaliteten i grunnvann. Den potensielle risikoen avhenger av dybden ned til grunnvannet og mobiliteten til sink. Det er ikke blitt påvist en risiko grunnet for lite forskning (Miljø og Fødevarerministeriet 2017).

Studier på påvirkning av SBR – granulat på marine og terrestriske organismer mangler i stor grad. En studie fra 2017 viser likevel en viss påvirkning på meitemark i jord med SBR – granulat. Meitemark blir brukt som en indikator for jordkvalitet og påvirkning på terrestriske organismer. Studien viser lav forekomst av kreft, men stor påvirkning på vekst hos meitemarkene i jord med SBR-granulat, hvor veksten ble redusert med 14 %. I samme undersøkelse ble det påvist at sink overgikk bakgrunnsnivåene funnet i New York, hvor undersøkelsen fant sted, samt at konsentrasjonsgrensen for sink i jord ble overskredet (Pochron, Fiorenza et al. 2017). En undersøkelse gjennomført av Nibio på vegne av Bærum Kommune i 2017 viste stor spredning av gummigranulat fra fotballbaner til nærliggende jord. En analyse på Nadderud stadion påviste 10 kg granulat/m<sup>2</sup> i det øverste jordsjiktet 13 m fra banen (Nibio 2017). De vannprøvene som ble tatt fra Nadderudbekken, som er dit overvannet fra denne banen dreneres til, ble målt til 6,2 g gummigranulat/m<sup>2</sup> bunnsediment areal. Det ble i tillegg tatt vannprøver fra Engervannet, og disse ble målt til 1,2 g granulat/m<sup>2</sup> bunnsediment areal (Tandberg, Raabe, 2017).

Videre undersøkelser på jordkvalitet og mulig påvirkning på organismer ved kunstgressbaner anbefales. Videre bør toksikologiske undersøkelser av marine organisme, som vannlopper (*Daphnia Magna*) og alger, undersøkes for å få en større forståelse for påvirkningen på marine organismer.

## Litteraturliste

Aoki, T. (2008). "Leaching of heavy metals from infills on artificial turf by using acid solution." Football science **5**: 51-53.

Bocca, B., et al. (2009). "Metals contained and leached from rubber granulates used in synthetic turf areas." Sci Total Environ **407**(7): 2183-2190.

Cheng, H. (2014) Environmental and Health Impacts of Artificial Turf: A Review.

Cowi (2012). "Innhold og spredning av miljøgifter fra produkter framstilt av gummigranulat."

DHI (2017). Konsept for regulering af drænvand fra nye kunstgræsbaner. Miljøstyrelsen.

Dye, C. (2006). Measurement of air pollution in indoor artificial turf halls Norwegian Institute for Air Research (NILU)

ECHA (2017). AN EVALUATION OF THE POSSIBLE HEALTH RISKS OF RECYCLED RUBBER GRANULES USED AS INFILL IN SYNTHETIC TURF SPORTS FIELDS.

EPA (2016). Federal Research Action Plan on Recycled Tire Crumb Used on Playing Fields and Playgrounds STATUS REPORT.

IVL (2016). Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment, IVL Swedish Environmental Protection Agency.

J.Zhang, et al. (2008). "Hazardous chemicals in synthetic turf materials and their bioaccessibility in digestive fluids." Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology **18**: 600-607.

Klaasen, C. D. (2013). Casarett & Doull's Toxicology: The basic science of Poisons, McGraw-Hill Education.

Li, X. (2010). "Characterization of substances released from crumb rubber material used on artificial turf fields." Chemosphere **80**(3): 279-285.

Menichini, E. (2011). "Artificial-turf playing fields: contents of metals, PAHs, PCBs, PCDDs and PCDFs, inhalation exposure to PAHs and related preliminary risk assessment." Sci Total Environ **409**(23): 4950-4957.

Mepex (2016). "Primary microplastic-pollution: Measure and reduction potentials in Norway."



Miljø og Fødevareministeriet (2017). Kunstræsbaner - Kortlægningsrapport. Cowi.

Nibio (2017). Kartlegging av gummigranulat/mikroplast i jord nær kunstgressbaner:

Hoslebanen, Nadderudbanen, og Føykabanen. Nibio

Nilsson, N. H. (2008). Mapping, emissions and environmental and health assessment of chemical substances in artificial turf, The Danish Technological Institute.

Pochron, S. T., et al. (2017). "The response of earthworms (*Eisenia fetida*) and soil microbes to the crumb rubber material used in artificial turf fields." Chemosphere **173**: 557-562.

RIVM (2017). Evaluation of health risk of playing sports on synthetic turf pitches with rubber granulate. National Institute for Public Health and the Environment.

Verschoor, A. J. (2007). Leaching of zinc from rubber infill on artificial turf (football pitches) RIVM.

## Vedlegg

Grenseverdier og klassifisering for prioriterte miljøgifter er et viktig grunnlag for bestemmelse av potensiell miljøpåvirkning på vannkvalitet, biota og sediment. Vannforskriften av 2015, er en oppdatert versjon, hvor grenseverdier for 45 prioriterte miljøgifter i vann, 23 prioriterte miljøgifter i biota og 28 prioriterte miljøgifter i sediment.

### 1.6 Miljøkvalitetsstandarder for vannregionspesifikke stoffer i vann, sediment og biota

Nr	Navn på substans	CAS-nr	Ferskvann		Kystvann		Sediment mg/kg TS	Biota QS-biota, hh µg/kg biota
			Årlig gjennomsnitt for ferskvann µg/l	Maksimal verdi for ferskvann µg/l	Årlig gjennomsnitt for kystvann µg/l	Maksimal verdi for kystvann µg/l		
1	Kobber	7440-50-8	7,8	7,8	2,6	2,6	84	
2	Sink	7440-50-8	11	11	3,38	6	139	
3	Arsen	7440-38-2	0,5	8,5	0,6	8,5	18	
4	Krom	7440-47-3	3,4	3,4	3,4	35,8	660	