

Milieuonderzoeken rubbergranulaat

Er is veel onderzoek gedaan naar de milieuaspecten van het gebruik van SBR granulaat van voertuigbanden als infill op kunstgrasvelden. De rubberkorrels zorgen ervoor dat het kunstgrasveld dezelfde eigenschappen krijgt als een gewoon grasveld, zodat de bal niet te snel rolt, niet te hoog stuitert en beter geschikt is voor slidings. Vriend en vijand zijn het erover eens: rubbergranulaat van voertuigbanden is sporttechnisch het beste infillmateriaal. Daarnaast zijn de aanleg- en beheerkosten laag in vergelijking met dat van andere infillmaterialen. Ook heeft het een lange levensduur. Alle positieve onderzoeksresultaten bieden opdrachtgevers voldoende reden om te kiezen voor het duurzame en veilige rubbergranulaat van autobanden als instrooimateriaal voor hun kunstgrasvoetbalvelden. Rubbergranulaat draagt daarmee bij aan de circulaire milieuwaaarde van autobanden. Ecotest vergeleek de footprint per voetbalveld met infill van SBR, EPDM en kurk (en combinaties daarvan). Wat blijkt: SBR geeft een lage uitstoot van CO₂ door hergebruik van voertuigbanden, SBR heeft de laagste kosten én van SBR is als enige bewezen dat het opnieuw bruikbaar is nadat het al tien jaar als infill gediend heeft. SBR en kurk zorgen voor veel minder CO₂-uitstoot dan EPDM. SBR onderscheidt zich ook van kurk wat betreft agrarisch landgebruik: kurk neemt zeer veel productieruimte in.

Dat SBR granulaat van gemalen voertuigbanden veilig is voor mens en milieu wordt in meer dan honderd nationale en internationale studies aangetoond. Hier vindt u een overzicht van de Nederlandse onderzoeken.

Acht INTRON onderzoeken milieuaspecten (2006-2013)

SGS INTRON heeft in de periode 2006-2013 zes onderzoeken uitgevoerd naar de milieuaspecten en zinkuitloging van rubberinfill van gerecyclede autobanden toegepast in kunstgrasvelden in chronologische volgorde. Het eerste laboratoriumonderzoek is destijds uitgevoerd door SGS INTON in opdracht van onder andere DSM, KNVB, NOC*NSF, TenCate, RecyBEM en VACO, maar ook andere partijen zoals het ministerie van VROM. De volledige onderzoeksrapporten zijn te vinden op www.bandenmilieu/kunstgrasinfill. Samenvattend geven de acht onderzoeken het volgende beeld:

- Voor alle stoffen die in het Besluit bodemkwaliteit genoemd worden is er geen sprake van een milieurisico.
- De uitloging van minerale olie uit SBR rubbergranulaat geeft een verwaarloosbaar risico.
- Voor zand/rubber, lava/rubber en E-bodemas/rubber leidt de uitloging van minerale olie, zowel met rubber van personenwagenbanden, als van bedrijfswagenbanden, niet tot overschrijding van MTR-waarde in het oppervlaktewater, waardoor er geen risico verwacht wordt voor het ecosysteem.
- Na 230 tot 1800 jaar zal zink uit het kunstgrassysteem (op een onderlaag van lava en zand) in de onderliggende bodem terecht kunnen komen.
- Na 30 jaar zal zink uit de lava-laag gaan doorsijpelen naar de zandlaag en daar nog tenminste 200 jaar geabsorbeerd blijven in de zandlaag.

- Drainagewater afkomstig uit de onderlaag van zand onder 10 jaar oude kunstgrasvelden heeft een zinkgehalte dat gelijk of lager is dan het zinkgehalte in regenwater.
- De onderlaag van lava en zand werkt afdoende om het zink op te vangen: het drainagewater onder de velden bevat tien keer minder zink dan de eis aan oppervlaktewater in Nederland om er drinkwater van te maken.
- De lavalaaag blijft milieutechnisch voor alle toepassingen geschikt.
- De zandlaag blijft milieutechnisch voor alle toepassingen geschikt.

2007 Onderzoek naar milieu en gezondheidsrisico's

Intron-rapport 'Milieu- en gezondheidsaspecten van instrooirubber'

http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/intron_rubber_infillmateriaal_09-02-2007.pdf

In opdracht van KNVB, NOC*NSF, WG materialen, VACO, DSM, RecyBEM en TenCate is een onderzoek uitgevoerd naar de milieuaspecten en gezondheidsrisico's van instrooirubber uit gemalen autobanden op kunstgrasvelden. Het onderzoek is onafhankelijk uitgevoerd en is begeleid door een commissie waarin alle betrokken partijen zitting hadden. Het doel van het onderzoek was om onafhankelijke gegevens te genereren en op basis hiervan conclusies te trekken over de mogelijke milieu- en gezondheidsrisico's van het gebruik van instrooirubber van gemalen autobanden in de toepassing op kunstgrasvelden. De conclusies ten aanzien van de milieuaspecten waren als volgt:

- De uitloging van zink is het meest relevant. Bij gebruikmaking van de analogie van het Bouwstoffenbesluit, dat formeel niet van toepassing is, berekenen we, dat na 3 tot 20 jaar waarschijnlijk een overschrijding van de beleidsnorm voor de immissie van zink plaatsvindt.
- De overige componenten die in het Bouwstoffenbesluit genoemd worden, overschrijden niet de grenswaarden uit dit besluit, zodat we hier geen milieurisico's verwachten.

2008 Onderzoek naar veroudering en veldmetingen

Intron vervolgonderzoek 'Milieuaspecten instrooirubber'

http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/intron_vervolgonderzoek_milieuaspecten_instrooirubber_31_maart_2008.pdf

Uit het breed opgezette onderzoek van 2006-2007 naar de milieu- en gezondheidsrisico's van het gebruik van instrooirubber van gerecyclede autobanden op kunstgrasvelden bleek dat er geen significante milieu- en gezondheidsrisico's waren. Mogelijke uitzondering was het milieurisico door de uitloging van zink op lange termijn. Dit was aanleiding voor VACO en RecyBEM om opdracht te geven tot vervolgonderzoek in overleg met VROM en RIVM. Het doel van het vervolgonderzoek was om de vraag te beantwoorden of er op lange termijn sprake is van een te hoge milieubelasting door uitloging van zink uit instrooi materiaal. De conclusies ten aanzien van de uitloging van zink waren als volgt:

- Het zinkgehalte in het drainagewater van 5 tot 6 jaar oude velden is lager dan het zinkgehalte

in regenwater. De norm voor toegevoegd opgelost zink in oppervlaktewater wordt bij de metingen in het veld niet overschreden.

- De uitloging van zink uit een kunstgrassysteem (kunstgrasveld met lava/zand ondergrond) dat is ingestrooid met infill van autobanden leidt op lange termijn (60 tot meer dan 100 jaar) tot een overschrijding van de beleidsnorm voor de immissie van zink in de bodem en na 50 tot 95 jaar tot een overschrijding van de MTR voor toegevoegd opgelost zink in het oppervlaktewater.
- De uitloging van zink uit een kunstgrassysteem dat is ingestrooid met infill van autobanden leidt gedurende de gebruiksduur van het veld niet tot een overschrijding van de beleidsnorm voor de immissie van zink in de bodem.
- De uitloging van zink uit het rubberinfill leidt niet tot significante vervuiling van de beide onderlagen lava en zand.
- De uitloging van zink uit het rubbergranulaat, afkomstig van gerecyclede autobanden, leidt voor het aangelegde systeem onder invloed van de veroudering van het rubbergranulaat gedurende de technische levensduur van een kunstgrasveld (circa 10 tot 15 jaar) niet tot een overschrijding van de grenswaarden voor opgelost zink in oppervlaktewater of van de afgeleide grenswaarde uit het Besluit Bodemkwaliteit voor de immissie van zink in de bodem.

2008 Onderzoek naar zink in drainagewater onder kunstgrasvelden

Intron-rapport 'Zink in drainagewater onder kunstgrasvelden met SBR'

[http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/intron-rapport zink in drainagewater onder kunstgrasvelden met sbr d.d. 31 maart 2009.pdf](http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/intron-rapport%20zink%20in%20drainagewater%20onder%20kunstgrasvelden%20met%20sbr%20d.d.%2031%20maart%202009.pdf)

VACO en RecyBEM hebben na het onderzoek in 2008 toegezegd aan VROM om de monitoring onder de kunstgrasvelden voort te zetten. Het voortgezette onderzoek is uitgevoerd in opdracht van VACO en RecyBEM in overleg met VROM en RIVM. De oudste gemonitorde velden bij dit onderzoek zijn 7 jaar oud. De resultaten van de gehalten zink in drainagewater komen overeen met data uit het onderzoek van 2008. Er is geen sprake van toename van het gehalte zink in het drainagewater ten opzichte van 2008 en ten opzichte van de regenkwaliteit. De conclusie luidt als volgt:

- Zowel het zinkgehalte in drainagewater als in regenwater is zeer laag
- Er is geen verschil in het gehalte zink in regenwater en drainagewater
- Na 7 jaar is er geen sprake van doorslag van zink in onderlagen.
- Risico's van uitloging van zink zijn na 7 jaar gebruik van rubberinfill niet aangetoond.

2009 Onderzoek adsorptie van zink aan de zandlaag (onderdeel van het kunstgrassysteem)

Intron-rapport 'Adsorptie van zink aan kunstgrasonderlagen'

[http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/intron-rapport adsorptie van zink aan kunstgrasonderlagen d.d. 31 maart 2009.pdf](http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/intron-rapport%20adsorptie%20van%20zink%20aan%20kunstgrasonderlagen%20d.d.%2031%20maart%202009.pdf)

Het doel van dit onderzoek dat is uitgevoerd in opdracht van RecyBEM en VACO is duidelijkheid te krijgen over adsorptiecapaciteit van een onderlaag van lava en zand dat als onderdeel van het kunstgrassysteem wordt toegepast. Het onderzoek is uitgevoerd in overleg het VROM en het RIVM. De conclusies ten aanzien van de adsorptie van zink aan de zandlaag waren als volgt:

- Gedurende de technische levensduur (15 jaar) is er geen sprake van een milieurisico door uitloging van zink.
- Voor een referentie kunstgrassysteem met 10 cm lava en 30 cm zand berekenen we dan een doorslagtijd van zink uit deze onderlagen van 230 tot 1800 jaar afhankelijk van de laagopbouw en zuurgraad (pH 6,5 tot pH 7,5).
- Op basis van deze resultaten mag geconcludeerd worden dat de resultaten uit het vorige onderzoek tenminste gehandhaafd blijven. Feitelijk is er sprake van een aanzienlijk hogere adsorptie waardoor zink langer in de onderlagen wordt gebonden dan eerder berekend.

2009 Onderzoek ter onderbouwing van de vrijstelling eis minerale olie

Intron-rapport 'Uitloging minerale olie uit SBR granulaat'

http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/uitloging_minerale_olie_uit_sbr-granulaat_a847690-r20090233_7-10-2009_0.pdf

Het ministerie van VROM heeft aan de producenten van SBR rubber aangegeven, dat een vrijstelling van het gehalte minerale olie voor sporttechnische lagen met SBR rubbergranulaat mogelijk is, mits aangetoond kan worden, dat de uitloging van minerale olie zeer beperkt is. INTRON heeft in opdracht van Vereniging VACO en RecyBEM B.V. korreldiffusieproeven uitgevoerd aan SBR rubbergranulaat om deze uitloging van minerale olie te meten en te toetsen. De uitloging van minerale olie in deze korreldiffusieproef is $E_{64d} = 17 \text{ mg/kg}$. De uitloging van minerale olie uit het SBR rubbergranulaat is gering. De minerale olie die aanwezig is in de rubber, blijft opgesloten in de matrix en loogt nauwelijks uit naar de omgeving. Om deze gemeten uitloging te toetsen is een vergelijking gemaakt met een risicobenadering op basis van een door RIVM voorgestelde MTR-waarde (Maximaal Toelaatbaar Risico) van minerale olie in oppervlaktewater. De waargenomen uitloging leidt tot een gehalte minerale olie in water, dat lager is dan de MTRwaarde voor lichte olie. Bovendien blijkt, dat het gaat om relatief zware olie ($> C_{16}$), waarvoor geen MTR-waarde is voorgesteld omdat het niet ecotoxisch is. De uitloging van minerale olie geeft dus een verwaarloosbaar risico.

2011 Onderzoek naar de uitloging van minerale olie

Intron-onderzoek 'Uitloging van minerale olie uit SBR rubbergranulaat'

http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/intron_eindrapport_uitloging_minerale_olie_5-10-2011_0.pdf

In opdracht van RecyBEM heeft INTRON onderzoek gedaan naar de milieurisico's van uitloging van minerale olie uit SBR rubbergranulaat. De Regeling bodemkwaliteit kent een vrijstelling voor onderzoek naar het gehalte minerale olie in kunstgrasstrooisel. Deze vrijstelling is van belang voor de

toepassing van bouwstoffen, zoals rubber/lava mengsels in kunstgras velden, omdat het gehalte minerale olie in deze bouwstoffen de maximale samenstellingswaarde voor minerale olie uit de Regeling bodemkwaliteit overschrijdt. Ten behoeve van de definitieve vrijstelling voor deze parameter hebben de producenten en het ministerie van VROM afgesproken, dat middels onderzoek wordt aangetoond, dat er geen sprake is van een milieurisico ten gevolge van minerale olie in rubbergranulaat van autobanden. INTRON heeft hierop een onderzoek uitgevoerd naar de uitloging van minerale olie uit dit rubbergranulaat. In dit onderzoek wordt alleen de uitloging van minerale olie richting oppervlaktewater beoordeeld. Verwacht wordt dat de route naar het oppervlaktewater de meest gevoelige is. De resultaten van dit onderzoek zijn door VROM voorgelegd aan RIVM ter beoordeling. Er is overeenstemming over de proefuitvoering en de berekeningen. RIVM doet nader onderzoek in verband met de onzekerheid in de aannames. De conclusies ten aanzien van de uitloging van minerale olie uit rubbergranulaat waren als volgt:

- De verwachting op basis van dit onderzoek is, dat het gebruik van rubbergranulaat in de toplaag of in de onderlaag van sportvelden niet leidt tot nadelige effecten op het ecosysteem.
- Zand, lava en E-bodemas blijken, zoals verwacht, slechts een gering effect te hebben op de uitloging van de minerale olie. Zand, lava en E-bodemas bestaat voornamelijk uit minerale componenten, waaraan geen sterke adsorptie van olie wordt verwacht.
- Voor alle onderzochte bouwstoffen, zowel met rubber van personenwagenbanden, als van bedrijfswagenbanden, wordt geen enkel MTR-waarde overschreden in het oppervlaktewater.
- Voor het drainagewater geldt dat niet aan dit criterium wordt voldaan. Het drainagewater is het onverdunde water, dat uit de drainagepijpen onder het kunstgrasveld stroomt. aangenomen wordt dat het sportveld direct via drainwater op het oppervlaktewater draineert. De concentratie in het oppervlaktewater wordt dan geschat door het drainwater met een factor 10 te verdunnen. Deze toetsing is een generieke benadering.

2012 Onderzoek drainagewater 10 jaar oude velden

Intron-vervolgonderzoek 'Keuring drainagewater kunstgrasvelden'

http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/intron_vevolgonderzoek_keuring_drainagewater_kunstgrasvelden_a862170-r201200_16-1-2012.pdf

In vervolg op de eerdere onderzoeken naar uitloging van zink heeft RecyBEM opdracht gegeven tot herhaalde monitoring van de zinkuitloging. De oudste velden bij dit onderzoek zijn 10 jaar oud. De resultaten van de gehalten zink in drainagewater kwamen wederom overeen met data uit eerder onderzoek. Het doordringen van zink in de onderlaag voldoet aan de verwachting uit de voorspelling uit het INTRON onderzoek uit 2009. De conclusies ten aanzien van de adsorptie van zink aan de zandlaag waren als volgt:

- Ook na 10 jaar is er geen sprake van een doorslag van de onderlagen op zink
- Uitloging van zink zal pas na 50-60 tot meer dan 100 jaar optreden

- De zinkconcentraties in het drainagewater is niet significant hoger dan zinkconcentraties in regenwater
- Ook na tien jaar gebruik van rubber infill zijn er geen milieurisico's aangetoond door uitloging van zink

2013 Onderzoek onderlagen 10 jaar oude velden

SGS-Intron-rapport 'Zinkuitloging uit sbr infillmateriaal en zinkadsorptie'

http://www.recybem.nl/sites/recybem.nl/libraries/pdf.js/web/viewer.html?file=/sites/recybem.nl/files/field/file/zinkuitloging_uit_sbr_infill_en_zinkadsorptie-en_concentratie_in_onderlagen_van_6_tot_10_jaar_oude_kunstgrassystemen_a865780-r20130046c_16_september_2013.pdf

In opdracht van RecyBEM en de Vereniging VACO is er veldonderzoek uitgevoerd naar de zink uitloging uit 6 tot 10 jaar oud SBR infill en de zinkadsorptie van de onderbouwlagen van kunstgrassportvelden. In dit onderzoek op 4 bestaande kunstgrasvelden is de zinkconcentratie van de onderlagen (lava en zand) vastgesteld en de nog resterende zinkadsorptiecapaciteit van de onderlagen voor hergebruik. Dit praktijkonderzoek is mede bedoeld ter verificatie van de praktijksimulatie proeven op laboratoriumschaal naar de zinkuitloging van kunstgrassystemen die zijn ingestrooid met SBR infill (2007, 2009). De conclusies waren als volgt:

- De uitloging van zink uit het rubbergranulaat blijft constant ook na 10 jaar veroudering in het veld. Dit geldt voor infill van zowel bedrijfswagen- als personenwagenbanden.
- De nu uitgevoerde metingen en resultaten aan de veldmonsters van 10 jaar oude infill bevestigen de in 2008 uitgevoerde laboratoriumproeven en conclusies.
- De zinkadsorptiecoëfficiënten van de lava en het zand in de onderlagen zijn gemiddeld genomen nog hoger dan op grond van het vorige modelonderzoek (2008) zijn berekend.
- Dit praktijkonderzoek aan de lava bevestigt de resultaten uit het onderzoek (2008 en 2009) waarbij is geconcludeerd dat de onderlagen na beëindiging van de technische levensduur van het kunstgrasveld uit milieu-hygiënisch oogpunt gezien herbruikbaar zijn.
- Er treedt geen verontreiniging op van de zandlaag door de emissie van zink vanuit het instrooirubber. De zandlagen die in de sporttechnische onderlaag aanwezig zijn kunnen na beëindiging van de technische levensduur van het kunstgrassportveld bij renovatie aanwezig blijven of voor een nieuw aan te leggen kunstgrasveld in de onderlagen worden hergebruikt.

RIVM onderzoek 2007

2007 Onderzoek door A.J. Verschoor

RIVM-rapport 'Zinkuitloging uit rubberinfill op kunstgrasvelden'

<http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=42da015e-9b00-46f2-9f43-430b273a67b7&type=org&disposition=inline>

De studie richt zich op de vraag hoe groot de uitloging van zink uit rubbergranulaat is. Het blijkt dat veroudering van rubber van invloed is op de hoeveelheid zink die uit het materiaal lekt. Daarnaast is onderzocht tot welke milieueffecten dit uitlogen mogelijk leidt voor bodem, grond- en oppervlaktewater. Het onderzoek is verricht met rekenmodellen op basis van realistische waarden. Het gaat daarbij uit van het gegeven dat de hoeveelheid zink die uitloopt toeneemt door veroudering van rubber. De conclusies zijn als volgt:

- Op grond van berekeningen is de geschatte zinkuitloging uit rubbergranulaat ongeveer 800 mg/m²/jaar
- Een kunstgrasveld dat is ingestrooid met rubbergranulaat uit oude autobanden overschrijdt al na ongeveer drie jaar de immissie-eis uit het Bouwstoffenbesluit.
- De berekende zinkconcentraties in oppervlaktewater en grondwater overschrijden milieukwaliteitscriteria.
- De voorspelde concentraties in de natuurlijke ondergrond kan volgens de berekeningen de milieunorm overschrijden.

Waarbij de overall conclusie op basis van de rekenmodellen is dat de hoeveelheid zink die uit rubbergranulaat op kunstgrasvelden in het milieu terecht komt milieurisico's met zich mee kan brengen.

BSNC rapport naar de verspreiding

In 2016/2017 is er onderzoek gedaan naar de verspreiding van rubberkorrels buiten de kunstgrasvelden in opdracht van BSNC en de vier grote steden. De Band&Milieu-organisatie heeft meebetaald aan het onderzoek. Het onderzoek laat zien dat er met name binnen 1,5 meter van het veld rubberkorrels liggen. Met simpele voorzorgsmaatregelen en 'good-housekeeping' kan verspreiding voorkomen worden. Het onderzoek is te vinden op <https://www.bsnc.nl/6257-2/>

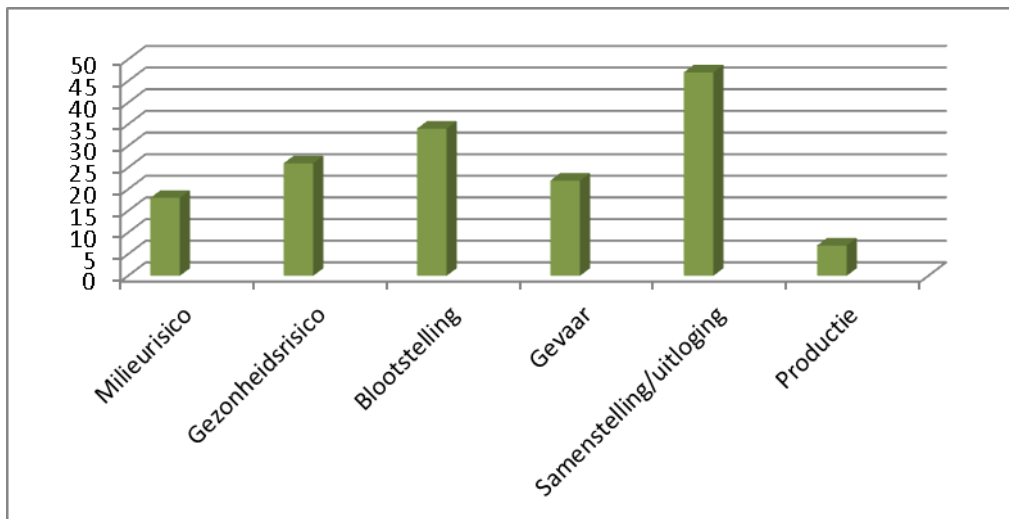
De conclusies van het indicatieve onderzoek zijn:

- Infill uit kunstgrasvelden wordt gevonden op de verharding direct rondom het veld. De potentiële oorzaken hiervan zijn verwaaiing, verlies van infill vanaf schoenen door de spelers en onderhoudsmaatregelen, zoals schoonblazen (bladblazen) van het veld naar de verharding. Vanaf de bestrating rondom een veld kan het infill verder verspreiden naar de berm, oppervlaktewater en riolering, afhankelijk van methode en de frequentie van terreinonderhoud.
- Jaarlijks komt er tussen de 15 en 260 kg infill in de graskanten direct rond het veld terecht.
- Bij één veld waar de straatkolken uitkomen in de sloten rond het veld komt jaarlijks circa 100kg infill in de sloot.
- De hoeveelheid infill die jaarlijks met het veegafval wordt afgevoerd varieert van 0 tot 40 kg per jaar.
- De hoeveelheid infill die per veld per jaar met sokken en schoenen mee naar huis gaat is met 12 kg zeer beperkt.

Ondanks de zorgplicht die oplegt dat het verspreiden van infill in het milieu zoveel mogelijk moet worden voorkomen, blijkt het beheer en onderhoud van de kunstgrasvelden nog te wensen overlaat en dat verspreiding van het infill daardoor plaatsvindt. Uit het onderzoek blijkt dat dit een aandachtspunt is: “‘good-house keeping’ tijdens het onderhoud en het goed naleven van de zorgplicht kan worden verbeterd”. Het rapport geeft simpele aanbevelingen voor ‘good housekeeping’.

Meer dan honderd onderzoeken

Er zijn nationaal en internationaal meer dan honderd studies uitgevoerd naar rubbergranulaat. Bijna de helft van deze onderzoeken gaat over de samenstelling en uitloging van stoffen uit rubbergranulaat. CardnoChemrisk heeft een uitgebreide literatuurstudie gedaan en de datagaps in kaart gebracht. Per onderwerp hebben ze de studies gecategoriseerd:



Ten aanzien van de ecotoxiciteit heeft CardnoChemrisk het volgende in kaart gebracht.

Gevaar	Beschikbare data	Opmerkingen
Acute toxiciteit in zeewier	Birkholz, et al. 2003; Springborn Laboratoeries, 1995; Moretto et al. 2007	Resultaten waren gemengd, meer realistische scenario's lieten minder tot geen toxiciteit zien
Acute toxiciteit in ongewervelden	Birkholz, et al. 2003; Springborn Laboratoeries, 1995; Moretto et al. 2007; Kruger, et al. 2013; Bristol en McDermott, 2004	Resultaten waren gemengd, meer realistische scenario's lieten minder tot geen toxiciteit zien
Chronische toxiciteit in ongewervelden	Sheehan, et al. 2006	Toxiciteit waargenomen die samenhangt met metalen; toeschrijving aan rubbergranulaat onzeker
Acute toxiciteit in vissen	Birkholz, et al. 2003	Toxiciteit waargenomen maar ernstig verminderd door veroudering van rubbergranulaat
Chronische toxiciteit in vissen	Springborn Laboratoeries, 1995; Sheehan, et al. 2006	Toxiciteit waargenomen die samenhangt met metalen; toeschrijving aan rubbergranulaat onzeker