

Rapport

Rapportage infill kunstgrasvelden

Gemeente Haarlem

Newæ

Adviseurs &
Ingenieurs voor
de buitenruimte

Colofon

Titel:	Rapportage infill kunstgrasvelden
Soort document:	Rapport
Projectnummer:	19NW69301
Ons kenmerk:	191022 19NW69301 Rapportage infill kunstgrasvelden v4
Opdrachtgever:	Gemeente Haarlem
Contactpersoon:	Dhr. M. Termond

Status:	Definitief
Datum:	22 oktober 2019
Auteur:	M. Verhaaf
Gecontroleerd:	W.A. Glaap
Vrijgegeven:	W.A. Glaap

Bilthoven
Rembrandtlaan 26-A
3723 BJ Bilthoven
+31 (0) 30 232 30 90

Veghel
Poort van Veghel 4933
Postbus 501, 5460 AM Veghel
+31 (0) 413 24 66 01

Diemen
Dalsteindreef 141
1112 XJ Diemen
+31 (0) 85 018 65 32

Maastricht
Stationsplein 8-K
6221 BT Maastricht
+31 (0) 43 820 03 23

newae.nl

BTW NL 809887575 B01
BANK NL 10 INGB 0666543003
KVK 09095750

Inhoud

1.	Inleiding	5
1.1.	Aanleiding	5
1.2.	Doel	5
1.3.	Onderzoeksgebied	6
1.4.	Gemeente Haarlem	7
1.4.1.	Type infillmaterialen	7
1.4.2.	Sporttechnische laag	7
2.	Gezondheidsrisico's	8
2.1.	Rubbergranulaat	8
2.2.	RIVM-onderzoek	8
2.2.1.	Werkwijze	8
2.2.2.	Samenstellingsonderzoek	9
2.2.3.	Migratieonderzoek	9
2.2.4.	Conclusie en aanbevelingen onderzoek	10
2.3.	Rubbergranulaat in funderingslagen	10
2.4.	Nieuwe normen	10
3.	Milieurisico's	11
3.1.	RIVM-onderzoek	11
3.1.1.	Werkwijze	11
3.1.2.	Resultaten bermgrond	12
3.1.3.	Resultaten drainagewater, slootwater en grondwater	12
3.1.4.	Resultaten waterbodem	12
3.1.5.	Microplastics	12
3.1.6.	Conclusie onderzoek RIVM	13
3.1.7.	Aanbevelingen RIVM	13
3.2.	Kunstgrasveldenbestand Haarlem	15
4.	Zorgplicht rubber ingestrooide velden	16
4.1.	Wat houdt zorgplicht in	16
4.2.	Vereniging Band & Milieu/RecyBEM	16

4.3.	Aanleg en renovatie kunstgrasvelden met rubbergranulaat	17
5.	Infill materialen	18
5.1.	Rubbergranulaat.....	18
5.1.1.	Stoffenregelgeving	18
5.1.2.	Milieuregelgeving.....	19
5.1.3.	Sporttechnische eigenschappen	19
5.1.4.	Voor- en nadelen.....	19
5.2.	TPE-granulaat	19
5.2.1.	Stoffenregelgeving	20
5.2.2.	Milieuregelgeving.....	20
5.2.3.	Sporttechnische eigenschappen	20
5.2.4.	Voor- en nadelen.....	20
5.3.	EPDM-granulaat	21
5.3.1.	Stoffenregelgeving	21
5.3.2.	Milieuregelgeving.....	21
5.3.3.	Sporttechnische eigenschappen	21
5.3.4.	Voor- en nadelen.....	21
5.4.	PE-granulaat	22
5.4.1.	Stoffenregelgeving	22
5.4.2.	Milieuregelgeving.....	22
5.4.3.	Sporttechnische eigenschappen	22
5.4.4.	Voor- en nadelen.....	22
5.5.	Kurk.....	23
5.5.1.	Stoffenregelgeving	23
5.5.2.	Milieuregelgeving.....	23
5.5.3.	Sporttechnische eigenschappen	23
5.5.4.	Voor- en nadelen.....	24
5.6.	Non infill kunstgrasvelden.....	24
6.	Overige aandachtspunten	26
6.1.	Funderingslagen	26

6.2.	Verspreiding microplastic.....	27
6.3.	Hittestress	27
6.4.	Bodemverontreiniging door uitloging van rubbergranulaat	29
7.	Afweging keuze infillmateriaal	30
7.1.	Beoordelingsmatrix infillmaterialen.....	30
7.2.	Financiële afwegingen.....	31
7.2.1.	Vervangen kunstgrasmat met infill van rubbergranulaat	32
7.2.2.	Onderhoudskosten.....	33
7.2.3.	Exploitatie kunstgrasconstructie	34
8.	Conclusie en aanbeveling.....	35
8.1.	Conclusie	35
8.2.	Aanbeveling.....	36
	Bijlage A: Zorgplicht document VACO/RecyBEM (update 2017)	37
	Bijlage B: Financiële onderbouwing	38
	Bijlage C: Samenstelling rubbergranulaat	39
	Bijlage D: Milieuonderzoeken rubbergranulaat	40

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Naar aanleiding van een uitzending van het televisieprogramma Zembla in het najaar van 2016 over de mogelijke gezondheidsrisico's van rubbergranulaat in kunstgrasvoetbalvelden, is een brede maatschappelijke discussie ontstaan over het gebruik van rubbergranulaat op sportvelden. Naast de discussies over de mogelijke gezondheidsrisico's van het spelen op kunstgrasvelden (zie dossier Kunstgras en Gezondheid van de Vereniging Sport en Gemeenten) is er ook discussie ontstaan over de mogelijke milieurisico's die gepaard gaan met het gebruik van rubbergranulaat op en onder sportvelden. Met name de milieurisico's zijn voor gemeenten in Nederland aanleiding om een weloverwogen beslissing te nemen over de toepassing van het type infillmaterialen bij kunstgrasvelden.

In de gemeente Haarlem liggen diverse sportvelden met verschillende soorten toplagen en infillmaterialen. Meerdere velden hebben een kunstgras/kunststof-toplaag. Afhankelijk van het jaar van aanleg van de verschillende velden worden zijn in de komende jaren vervangingen noodzakelijk om de sportbeoefening te kunnen blijven garanderen.

Bij de vervanging van de velden speelt steeds opnieuw een discussie over de keuze van infill. Mede gezien de recente ontwikkelingen rondom dit onderwerp heeft de gemeente Haarlem Newæ gevraagd een rapportage op te stellen over de verschillende type infillmaterialen op kunstgrasvelden, zodat de gemeente Haarlem een weloverwogen keuze kan maken voor infill voor een langere tijd.

1.2. Doel

Deze rapportage gaat in op de verschillende toepassingen van kunstgras op sportvelden en het gebruik van verschillende bouwstoffen, kunstgrasproducten en infillmaterialen. Hierbij wordt aandacht besteed aan de volgende aspecten:

- Gezondheid
- Milieu
- Duurzaamheid
- Sporttechnische eigenschappen
- Financiën

Het doel van dit rapport is om op basis van een analyse van de bovenstaande vijf aspecten te komen tot weloverwogen keuze voor een type infillmateriaal bij toekomstige renovaties van de kunstgras voetbalvelden in de gemeente Haarlem.

1.3. Onderzoeksgebied

In onderstaande tabel zijn alle kunstgrasvelden in de gemeente Haarlem weergegeven. Bij elk veld wordt het geplande vervangingsjaar vermeld. Ook is te zien uit welke constructies de velden bestaan.

Kunstgrasvelden in de gemeente Haarlem					
1-9-2019	soort sport	sporttech.laag	invulling	jaar van aanleg	Geplande jaar van renovatie
Rayon v.d. Aart					
Onze Gezellen	voetbal 1	lava/rubber	zand-rubber	2017	2027
Onze Gezellen	voetbal 2 FIFA *	granulight	zand-rubber	2013	2023
Haarlem Bowls	lawn-bowls	zoab	n.v.t.	2018	2028
Schoten	training / tennis		zand	2015	2025
Schoten	voetbal 1 FIFA **	lava	zand-rubber	2010	2020
H.K.C. Aurora	korfbal / hockey	lava/rubber	zand	2008	2019
H.C. Haarlem	hockey 2	lava	water	2016	2026
H.C. Haarlem	hockey 1	lava/rubber	zand	2008	2018
H.C. Haarlem	hockey 3	lava/rubber	zand	2010	2020
v.v. Haarlem Kennemerland	voetbal 2	lava	zand-rubber	2019	2029
v.v. Haarlem Kennemerland	voetbal 3 FIFA *	steagran/rubber	zand-rubber	2012	2022
H.F.C. E.D.O.	voetbal	lava	zand-rubber	2019	2029
V.V.H./Velsersbroek	voetbal FIFA*	lava	zand-rubber	2011	2021
RFC	rugbyveld	granulight	zand-rubber	2019	2029
Rayon Pim Mulier					
TV Pim Mulier	tennis	lava	ceramisch zand	2010	2020
DSS	voetbal 1 FIFA*	lava	zand-rubber	2011	2021
DSS	voetbal 2 FIFA *	lava/rubber	zand-rubber	2014	2024
DSS	voetbal 3-4 /softbal	lava/rubber	zand -TPE	2018	2028
DSS	honkbal	akam/zand/lava	zand -TPE	2009	2020
Kinheim	softbal	akam/zand/lava	zand -TPE	2009	2020
C.K.V.Rapid	korfbal	lava/rubber	zand	2013	2023
H.K.C.Haarlem	korfbal	lava/rubber	zand	2013	2023
C.K.V.Rapid/H.K.C.Haarlem	korfbal	lava/foam	zand	2011	2021
Rayon Eindhoven					
s.v. Alliance'22	voetbal veld 1	lava	zand-rubber	2010	2020
s.v. Alliance'22	voetbal pupillen	lava	zand-rubber	2010	2020
s.v. Alliance'22	voetbal veld 2	granulight	zand-rubber	2019	2029
Geel-Wit	voetbal FIFA *	lava/rubber	zand-rubber	2014	2024
Geel-Wit	trainingsveld	granulight	zand-rubber	2017	2027
Nieuw Flora/Concordia	korfbal / handbal		zand	2004	
Koninklijke H.F.C.	voetbal 2 FIFA *	lava/rubber	zand-rubber	2016	2026
Koninklijke H.F.C.	voetbal 3 FIFA*	lava	zand-rubber	2011	2021
Koninklijke H.F.C.	trainingsveld	lava	zand-rubber	2011	2021
Rayon Schalkwijk					
DSK	voetbal FIFA *	lava	zand kurk	2016	2026
DSK	trainingsveld	lava	zand kurk	2016	2026
Oosterkwartier	korfbal	lava/foam	zand	2010	2020
Ons Kinnehim	lawn -bowls	zoab	n.v.t.	2018	2028
H.M.H.C. Saxenburg	hockey veld 1	lava	water	2017	2027
H.M.H.C. Saxenburg	hockey veld 2	lava/rubber	zand	2017	2027
DIO	voetbal FIFA*	lava	zand-rubber	2011	2021
Olympia Haarlem	voetbal veld 2	lava/rubber	zand-rubber	2015	2025
Olympia Haarlem	voetbal veld 3	lava/rubber	zand-rubber	2019	2029
United /DAVO	voetbal FIFA *	lava/rubber	zand-rubber	2017	2027

1.4. Gemeente Haarlem

1.4.1. Type infillmaterialen

In de gemeente Haarlem zijn in het verleden in totaal tweeëntwintig kunstgrasvelden aangelegd met kunstgrasmat met een vezellengte van > 55 mm met een infill van zand en rubber. Dit betreffen hoofdzakelijk één rugbyveld en eenentwintig voetbalvelden.

Uitzondering hierop zijn twee voetbalvelden bij DSK, deze zijn aangelegd met kunstgrasmat met een vezellengte van > 55 mm met een infill van zand en kurk.

Daarnaast zijn de kunstgras honk- en softbalvelden en het gecombineerde soft-/voetbalveld bij DSS, in verband met de eisen van de Koninklijke Nederlandse Honk- en Softbal Bond (KNHSB) welke zwarte infillmaterialen niet toestaat, aangelegd met een kunstgrasmat van >45 mm en ingestrooid met zand en TPE-infill.

1.4.2. Sporttechnische laag

De tweeëntwintig kunstgrasvelden aangelegd met een infillmateriaal van zand en rubber hebben de volgende sporttechnische lagen:

- Tien velden; sporttechnische laag van lava;
- Zeven velden: sporttechnische laag van lava/rubber;
- Vier velden; sporttechnische laag van granulite (E-bodemas);
- Eén veld; sporttechnische laag van steagran/rubber (hoogovenslakken);

De twee kunstgras voetbalvelden van DSK ingevuld met kurk infill hebben een sporttechnische laag van lava.

De honk- en softbalvelden en het gecombineerd softbalvelden hebben afwijkende constructies qua sporttechnische lagen, te weten:

- Het gecombineerde softbal-/voetbalveld heeft een sporttechnische van lava/rubber;
- Het honkbalveld en softbalveld hebben een sporttechnische laag van zand/lava aangevuld met een elastische laag ertussen;

2. Gezondheidsrisico's

Al jaren zijn er diverse discussies over de mogelijke gezondheidsrisico's van sporten op kunstgrasvelden. In 2006 zijn al verschillende onderzoeken uitgevoerd om te zien of rubbergranulaat op kunstgrasvelden schadelijk zijn voor de gezondheid. Hierbij ging het over een blootstelling aan nitrosaminen, dat een kankerverwekkende werking zou hebben. Onderzoeken hebben toen aangetoond dat deze stof geen gezondheidsrisico's met zich meebrengt.

De discussie is sinds 2016 weer actueel vanwege de stof MBT in het rubbergranulaat. Deze stof is in 2016 door de Wereldgezondheidsorganisatie op de lijst van kankerverwekkende stoffen gezet.

2.1. Rubbergranulaat

Rubbergranulaat is fijngemalen rubber. Dit wordt gemaakt van oude rubberproducten zoals versnipperde autobanden. De stof MBT wordt gebruikt bij het produceren van autobanden.

Rubbergranulaat wordt met name gebruikt voor de instrooi van kunstgras voetbalvelden. Maar ook in de openbare ruimte worden kunstgrasveldjes ingestrooid met rubberkorrels genaamd 'rubbergranulaat'. Van de ruim 1.800 kunstgrasvoetbalvelden in Nederland is ruim 90% met het rubber van gemalen autobanden ingestrooid. Het overgrote deel van de velden is/wordt door gemeenten aangelegd.

In 2016 is door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) onderzoek gedaan naar de gezondheidsrisico's van rubbergranulaat. Rapportage "Beoordeling gezondheidsrisico's door sporten op kunstgrasvelden met rubbergranulaat"

2.2. RIVM-onderzoek

"Beoordeling gezondheidsrisico's door sporten op kunstgrasvelden met rubbergranulaat"

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0202.pdf>

2.2.1. Werkwijze

Het RIVM heeft de stoffen onderzocht in het rubbergranulaat van 100 sportvelden die representatief zijn voor de kunstgrasvelden in Nederland. Daarnaast zijn drie soorten laboratoriumproeven uitgevoerd om te onderzoeken welke stoffen uit de korrels vrijkomen als de sporter ermee in aanraking komt.

Met deze zogeheten migratiestudies is onderzocht in welke mate stoffen via de huid in het lichaam terecht kunnen komen: via het spijsverteringskanaal of via de longen. Vervolgens is berekend in hoeverre mensen aan de vrijgekomen stoffen blootstaan en wat dat betekent voor de gezondheid. Verder is beschikbare informatie in de wetenschappelijke literatuur bestudeerd over de stoffen in rubbergranulaat, de eigenschappen en de gezondheidseffecten ervan.

2.2.2. Samenstellingsonderzoek

Voor rubbergranulaat zijn er in Europees verband wettelijke normeringen voor industrieel gebruik en consumenten gebruik. Deze regeling heet REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals). In REACH zijn verschillende wettelijke normen opgenomen voor polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) omdat verschillende PAK's kankerverwekkend zijn. De normen voor voorwerpen waarmee consumenten in contact komen en de normen voor speelgoed zijn sinds 27 december 2015 van kracht. De norm voor de consumentenvoorwerpen is vastgesteld op 1 mg/kg per individuele PAK. Voor speelgoed geldt een norm van 0,5 mg/kg per PAK. De norm voor PAK's in mengsels (waartoe in de EU rubbergranulaat wordt gerekend) bedraagt 100 mg/kg voor de PAK benzo(a)pyreen en 1000 mg/kg voor alle PAK's samen.

In Bijlage C zijn alle stoffen en hoeveelheden daarvan die zijn aangetroffen in rubbergranulaat opgenomen.

De uitkomst van de discussie in de EU hierover was dat rubbergranulaat volgens de definitie van REACH *geen* voorwerp is, maar een mengsel waarvoor de ruimere normen gelden. Het ECHA (Europees Chemisch Agentschap) onderzoekt welke norm voor rubbergranulaat wenselijk is. De discussie spitst zich toe op de vraag of rubbergranulaat een consumentenartikel is of een mengsel.

De hoeveelheid PAK's en andere stoffen in het rubbergranulaat uit het RIVM-onderzoek voldoet aan de huidige norm voor mengsels. Die hoeveelheid ligt op dit moment boven de norm voor consumentenproducten. Het RIVM adviseert op basis van het onderzoek om de norm voor rubbergranulaat bij te stellen naar een norm die dichterbij ligt van de norm voor consumentenproducten. Het ministerie VWS is van mening dat rubbergranulaat aan de norm voor consumentenvoorwerpen zou moeten voldoen.

2.2.3. Migratieonderzoek

Voor verschillende leeftijden en categorieën sporters is ingeschat hoe vaak en hoe lang sporters in contact zijn met rubbergranulaat. Bijvoorbeeld voor een kind van 4 jaar, een keeper van 7 jaar, tieners en volwassenen die intensief sporten en bij levenslange blootstelling. Vervolgens is berekend in hoeverre de mensen in deze categorieën bloot staan aan de vrijgekomen stoffen. Voor deze berekening is per stof uitgegaan van de hoogst gevonden hoeveelheid die in het lichaam kan worden opgenomen. Er is dus uitgegaan van het slechtste scenario. Op basis hiervan is een inschatting gemaakt van de gezondheidsrisico's.

Blootstelling aan PAK's

door rubbergranulaat 37-98 ng/dag

door voedsel (volwassenen) 1.800 – 4.900 ng/dag

2.2.4. Conclusie en aanbevelingen onderzoek

Op basis van metingen, laboratoriumproeven en alle informatie die verzameld is, concludeert het RIVM dat sporten op rubbergranulaat verantwoord is. Het onderzoek van het RIVM in 2016 richtte zich enkel op de mogelijke risico's van sporten op velden met rubbergranulaat.

De conclusie is dat het risico voor de gezondheid van sporten op deze velden praktisch verwaarloosbaar is. Dat betekent dat het verantwoord is om op deze velden te sporten. Jonge kinderen die op het veld spelen, stoppen van alles in hun mond en slikken dit soms ook door. Het is de verantwoordelijkheid van volwassenen om dit zo veel mogelijk te voorkomen. Dit geldt voor grind, zand en andere stoffen die buiten op straat gevonden worden en dus ook voor rubbergranulaat.

2.3. Rubbergranulaat in funderingslagen

Naast de toepassing van rubbergranulaat als instrooimateriaal in kunstgrasvelden is rubbergranulaat ook gebruikt in de funderingslagen van sportvelden. Dit gebeurt om voldoende demping te verkrijgen in de totale constructie van het veld. Rubbergranulaat wordt vaak in combinatie met lava/e-bodemas/zand-steagran toegepast onder kunstgrasveld. Omdat er in die situatie geen contact is met de sporter, bestaat er geen gezondheidsrisico bij deze toepassing van rubbergranulaat.

2.4. Nieuwe normen

In aanvulling hierop heeft ECHA eveneens een onderzoek uitgevoerd en in maart 2017 geconcludeerd dat mensen veilig kunnen sporten op kunstgrasvelden ingestrooid met rubbergranulaat. ECHA adviseert om de huidige norm voor gevaarlijke stoffen in rubbergranulaat aan te passen, waardoor in de toekomst rubbergranulaat lagere concentraties gevaarlijke stoffen bevat. De methode van ECHA die gebruikt is om een risicobeoordeling te maken is vergelijkbaar met die van het RIVM.

Naar aanleiding van het onderzoeken van het RIVM en ECHA is Zorgplichtdocument van de VACO/RecyBem in april 2017 herzien en het heeft de branche normen gesteld aan de hoeveelheid toelaatbare PAK's (zie bijlage A).

Nederland wil scherpere Europese normen voor de stoffen die in rubbergranulaat voorkomen. Het RIVM heeft 20 augustus 2018 daartoe een voorstel gedaan bij ECHA. RIVM en ECHA pleitten al langer voor scherpere normen. Nederland stelt voor om de toelaatbare hoeveelheid PAK's in rubbergranulaat te verlagen tot 17 milligram per kilo granulaat (REACH, PAK's 8). Nu gelden veel ruimere normen, 100 milligram per kilo voor één PAK en 1.000 milligram per kilo voor alle 8 PAK's samen. Tot heden is hierover nog geen besluit genomen.

In de gemeente Haarlem wordt een (strengere) norm van 2,5 mg/kg voor alle 8 PAK's in rubbergranulaat gehanteerd.

3. Milieurisico's

Jaarlijks verdwijnt per veld gemiddeld 400 kg rubbergranulaat in de omgeving van kunstgrasvelden. Het is niet bekend in welke mate de deeltjes en de vele verschillende stoffen in rubbergranulaat effect hebben op de bodem- en waterkwaliteit in de nabijheid van kunstgrasvelden.

Eind 2017 heeft het RIVM opdracht gekregen van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat om onderzoek uit te voeren naar de milieueffecten van het gebruik van rubbergranulaat op kunstgrasvelden. Het betreft hier zowel rubbergranulaat in funderingslagen als rubbergranulaat in kunstgrasvelden.

3.1. RIVM-onderzoek

“Verkenning milieueffecten rubbergranulaat bij kunstgrasvelden”

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2018-0072.pdf>

Het doel van het RIVM-onderzoek was het vaststellen van de mate waarin de omgeving van kunstgrasvelden wordt belast met de stoffen die rubbergranulaat bevat en of dat effecten heeft voor het ecosysteem en voor de mens. Het onderzoek richtte zich op bermgrond, drainagewater (regenwater dat via de sportvelden in de bodem terechtkomt en van daaruit via buizen wordt afgevoerd naar een sloot), slootwater, grondwater en de waterbodem.

3.1.1. Werkwijze

Het RIVM heeft de concentraties van een aantal stoffen gemeten rondom 10 kunstgrasvelden in Nederland, ingestrooid met rubbergranulaat van oude autobanden. Bij de selectie van velden is gekeken naar velden waar de kans op een waarneembaar effect groot is: oude velden (10-28 jaar oud) met een drainagesysteem dat afwatert op een sloot in de nabije omgeving. Voor een verkenning, op zoek naar mogelijke effecten, is dit een relatief snelle en kosteneffectieve manier om een onderzoek op te zetten. Daarnaast is informatie afkomstig van brancheverenigingen, onderzoeksbureaus en gemeenten over de milieukwaliteit onder en naast kunstgrasvelden in het onderzoek betrokken.

Parallel aan de chemische beoordeling van het RIVM heeft de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) onderzoek gedaan naar biologische effecten in drainagewatermonsters en waterbodemmonsters van dezelfde locaties.

Om de bijdrage van het kunstgras aan de kwaliteit van het milieu te kunnen onderscheiden van lokale achtergrondconcentraties zijn ook metingen gedaan rondom natuurgrasvelden. Elk kunstgrasveld heeft een controleveld van natuurgras op hetzelfde sportcomplex.



3.1.2. Resultaten bermgrond

Het gebruik van rubbergranulaat op kunstgrasvelden heeft op alle 10 de onderzochte locaties geleid tot duidelijk verhoogde concentraties kobalt, zink en minerale olie in de bermgrond. Ook PAK's en enkele benzothiazolen zijn frequent verhoogd. De verhoging is te verklaren door de hoeveelheid rubbergranulaat die is aangetroffen in de bermgrond (gemiddeld 17 gram/kg grond).

Er zijn geen risico's voor (spelende) kinderen die grond met korrels via de mond binnen krijgen, deeltjes inhaleren of deeltjes op hun huid krijgen. Deze resultaten zijn in overeenstemming met het uitgevoerde onderzoek zoals behandeld in hoofdstuk 2. Er zijn wél ecologische risico's te verwachten. Het percentage organismen in de bermgrond dat negatieve effecten ondervindt wordt geschat op gemiddeld 16% (maximaal 46%) als gevolg van blootstelling aan zink en kobalt.

3.1.3. Resultaten drainagewater, slootwater en grondwater

Er zijn sterke aanwijzingen dat rubbergranulaat (óp het veld en onder het veld in de technische onderlaag) invloed heeft op het drainagewater. Uit de chemische analyses blijkt dat bepaalde stoffen (pyreen, benzothiazol en 2- hydroxybenzothiazol) significant hogere concentraties hebben in drainagewater bij kunstgrasvelden.

In de sloot treedt verdunning van het drainagewater op. Als gevolg daarvan is in het slootwater geen invloed van kunstgrasvelden waarneembaar. Wel binden de meeste stoffen zich vervolgens aan deeltjes die neerslaan als bagger op de slootbodem, waarin wel effecten zijn gemeten. In grondwater is geen invloed van rubbergranulaat waarneembaar.

3.1.4. Resultaten waterbodem

De hoeveelheid rubberdeeltjes in de waterbodem is gering. De waterbodemkwaliteit hangt echter aantoonbaar samen met de drainagewaterkwaliteit. Op zes locaties zijn aanwijzingen gevonden voor invloeden van rubbergranulaat op de waterbodems bij kunstgrasvelden, doordat het mengsel van stoffen dat aan rubbergranulaat gerelateerd kan worden op deze locaties significant verhoogd is. Op twee locaties leidt dat tot een indeling van de bagger in Kwaliteitsklasse B, wat betekent dat de vrijkomende bagger alleen onder bepaalde voorwaarden te verwerken is. Risico's voor het waterbodemleven zijn aanwezig op twee locaties. Op twee locaties heeft de uitloging van stoffen effect op de groei van dansmuggen (twee locaties) en vlokreeften (één locatie) in de waterbodem.

3.1.5. Microplastics

Hoewel de definitie van microplastics niet is vastgelegd, worden rubberdeeltjes vanuit milieukundig oogpunt als microplastics beschouwd. Het Nederlandse en Europese beleid is erop gericht om de emissie en verspreiding van microplastics in het milieu te verminderen. In dat verband wordt ook gewerkt aan het verminderen van bandenslijtsel. Er zijn geen milieukwaliteitsnormen voor microplastics of rubberdeeltjes. Een milieukwaliteitsnorm is moeilijk vast te stellen, omdat de kennis op het gebied van gedrag en effecten van microplastics nog onvolledig en gefragmenteerd is.

Het aantal rubberdeeltjes is significant verhoogd in de bermen rondom de door het RIVM onderzochte kunstgrasvelden in vergelijking met referentielocaties. In de bovenste 10 cm van de bermgrond werd gemiddeld 17 gram rubbergranulaat per kg grond aangetroffen, tot een maximum van 35 gram/kg. In waterbodems werden ook rubberdeeltjes aangetroffen, maar de hoeveelheden deeltjes waren veel lager dan in de bermgronden rondom de velden (gemiddeld 0,9 gram korrels/kg waterbodem rondom de velden).

ECHA onderzoekt op verzoek van de Europese Commissie de mogelijkheid tot een totaalverbod op toegevoegde microplastics vanaf 2012. Infill voor kunstgrasvelden valt ook onder een dergelijk verbod. Er zou een uitzondering gemaakt kunnen worden voor specifieke producten, infill hoort daar echter niet bij. De reden hiervoor is dat er een natuurlijk alternatief beschikbaar is. Tegenstanders van het verbod stellen dat een verbod niet nodig is. Eventuele vervuiling is tegen te gaan door de juiste maatregelen te nemen. Daarbij spelen aanleg, gebruik en onderhoud van een kunstgrasveld een grote rol.

3.1.6. Conclusie onderzoek RIVM

Op diverse locaties overschrijden de concentraties zink, kobalt en minerale olie in de omgeving van kunstgrasvelden de geldende normen voor bodem en waterbodem (Besluit bodemkwaliteit), terwijl dat bij natuurgrasvelden niet het geval is. Het milieu is vooral gevoelig voor hoge concentraties zink, voor de mens vormt zink geen gezondheidsrisico.

De milieubelasting ontstaat doordat rubbergranulaatkorrels worden meegesleept door mensen of onderhoudsmaterieel. Bijvoorbeeld door het gebruik van bladblazers kan het rubbergranulaat tot enkele meters naast het veld op de bermgrond terechtkomen.

Ook lekken stoffen uit rubbergranulaat weg naar het drainagewater. In het slootwater worden de concentraties zodanig verdund dat ze geen schade veroorzaken. Wel binden de meeste stoffen zich vervolgens aan deeltjes die neerslaan als bagger op de slootbodem, waarin wel effecten zijn gemeten.

Kobalt, zink en minerale olie die uit rubbergranulaat weglekken, kunnen zich ook ophopen in de technische onderlagen van het kunstgrasveld. Vandaaruit kunnen ze zich, op korte of lange termijn, verder verspreiden naar de omgeving. Dat bleek uit onderzoeken van verschillende gemeenten die het RIVM als onderdeel van deze studie heeft geëvalueerd.

3.1.7. Aanbevelingen RIVM

1. Het RIVM beveelt aan om maatregelen te treffen om de verspreiding van rubbergranulaat naar de bermgrond te voorkomen en om de uitstoot van stoffen via het drainagewater te beperken. Om de verontreiniging van de omgeving van het kunstgrasveld te voorkomen is, in het kader van

de zorgplicht van eigenaren van kunstgrasvelden, door de Vereniging Band&Milieu/RecyBEM en Vereniging VACO een aantal maatregelen voorgesteld. Deze maatregelen hebben betrekking op de keuze van het materiaal, de opbouw van het kunstgrasveld en de maatregelen die tijdens de gebruiksfase genomen moeten worden (bijvoorbeeld schoonloopmatten, kantplanken, goed huisvaderschap). De aanbevelingen worden momenteel, volgens de website 'Bodemplus' van Rijkswaterstaat Leefomgeving, gezien als "stand der techniek".

2. Andere studies, van individuele gemeenten, geven aan dat de technische onderlaag vaak verontreinigd is met stoffen uit rubbergranulaat. Diverse typen onderlagen worden toegepast. Onderzoek naar de bindingscapaciteit en omstandigheden waardoor uitloging wordt bepaald kan inzicht geven in de effectiviteit en houdbaarheid van verschillende onderlagen. De conclusies zijn duidelijk. Toch is er op onderdelen verbetering van de risicobeoordeling mogelijk. Een grotere steekproef zou tot meer zekerheid en statistische significanties kunnen leiden. De verwerking van rubbergranulaat in de technische steunlaag kan een risicofactor zijn. Een inventarisatie van de mate waarin rubbergranulaat in de technische steunlaag is verwerkt bij Nederlandse kunstgrasvelden en het uitvoeren van metingen in het drainagewater van dergelijke velden wordt daarom aanbevolen.
3. De rol en betekenis van bioassays (gestandaardiseerde laboratoriumexperimenten waarin levende testorganismen onder gecontroleerde omstandigheden worden blootgesteld aan een milieumonster) voor de risicobeoordeling en/of normstelling zijn nog niet verankerd in richtlijnen en regelgeving. De discussie hierover is gaande, zowel op nationaal als op Europees niveau. Naar aanleiding van de respons van de PXR-assay op organische contaminanten in het drainagewater wordt aanbevolen om te onderzoeken of deze effecten ook nog zichtbaar zijn na verdunning van het drainagewater in het oppervlaktewater. De focus van dit onderzoek ligt bij rubbergranulaat gemaakt uit oude autobanden. Het verdient aanbeveling om ook de milieubelasting van andere infillmaterialen, zoals EPDM, TPE en kurk, te onderzoeken.
4. Daarnaast pleit het RIVM voor een geïntegreerde beoordeling van de aspecten veiligheid, duurzaamheid én circulariteit van rubbergranulaat en andere infillmaterialen.

Let op! Bovenstaande aanbevelingen slaan op 10 onderzochte velden met een aanlegjaar eerder dan 2010. De minister van I&M ziet nog geen noodzaak voor het uitvoeren van een bredere steekproef.

3.2. Kunstgrasveldenbestand Haarlem

Het onderzoek naar 10 velden, allen aangelegd voor 2010, is niet representatief voor het kunstgrasveldenbestand in Haarlem. In Haarlem is slechts een veld voor 2010 aangelegd. Daarbij is het belangrijk te weten dat:

- 1. de onderzochte velden in het verkennend onderzoek van RIVM en STOWA zijn aangelegd voordat het besluit van de EU (2006) in werking trad (2009) om lijnoliën te vervangen voor alternatieve oliën en om het PAK's gehalte in autobanden te verlagen;*
- 2. in diezelfde periode hebben leveranciers van kunstgrasconstructies met een dynamische sporttechnische laag (met toevoeging rubbergranulaat) besloten voortaan statische sporttechnische lagen van lava, granuliet etc. te gaan bouwen.*

4. Zorgplicht rubber ingestrooide velden

Het ministerie van I&M heeft onder andere op basis van het RIVM-rapport uit 2007 beheersmaatregelen voorgesteld en de branche heeft een zorgplicht document opgesteld wat in april 2017 is hernieuwd. Met dit document wordt invulling gegeven aan de wettelijke (algemene) zorgplicht.

De algemene zorgplicht houdt in dat iedereen voldoende zorg voor het milieu in acht moet nemen. De zorgplicht is opgenomen in het activiteitenbesluit milieubeheer. Het zorgplichtdocument is opgenomen in bijlage A.

4.1. Wat houdt zorgplicht in

De zorgplicht is opgenomen in artikel 13 van de Wet bodembescherming (Wbb). De zorgplicht houdt in dat verontreiniging of aantasting van de bodem (grond en grondwater) moet worden voorkomen. De zorgplicht geldt alleen als de bodemverontreiniging op of na 1 januari 1987 is ontstaan. De zorgplicht schrijft voor dat de directe gevolgen van bodemverontreiniging moeten worden beperkt en zoveel mogelijk ongedaan moeten worden gemaakt.

- Voorkomen

Iedereen die handelingen verricht op of in de bodem en weet of redelijkerwijs kan vermoeden dat door die handelingen de bodem kan worden verontreinigd, moet zorgvuldig zijn. Het is verplicht om alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs kunnen worden verwacht om die verontreiniging te voorkomen. De bedoeling is dat daarmee gevallen van bodemverontreiniging worden voorkomen.

- Herstelplicht

Als een verontreiniging zich ondanks alle voorzorgmaatregelen toch voordoet, is er een herstellplicht. Alle maatregelen en verplichtingen die bij een bodemverontreiniging redelijkerwijs kunnen worden verwacht, moeten dan uitgevoerd worden. Gevolgen van bodemverontreiniging moeten worden beperkt en zoveel mogelijk ongedaan worden gemaakt.

4.2. Vereniging Band & Milieu/RecyBEM

Vereniging Band & Milieu/RecyBEM en Vereniging VACO heeft een zorgplichtdocument opgesteld om de zorgplicht in te vullen bij toepassing van rubbergranulaat van voertuigbanden als instrooi materiaal op kunstgrasvelden. Deze aanbevelingen gaan over de keuze van het materiaal, de opbouw van het kunstgrasveld en de maatregelen die tijdens de gebruiksfase genomen moeten worden. Als de aanbevelingen in acht worden genomen kan er worden voldaan aan de zorgplicht. Elke betrokken partij heeft en houdt de verantwoordelijkheid om aan de wet te voldoen.

4.3. Aanleg en renovatie kunstgrasvelden met rubbergranulaat

Bij de renovatie van kunstgrasvelden moeten de aanwezige bodemmaterialen, funderingsmaterialen, grondwater, drainage en eventueel waterbodems bij watergangen worden getoetst aan artikel 13 van de Wet Bodembescherming, het Bodemkwaliteitsbesluit en het Zorgplichtdocument van de VACO/RecyBEM.

De gemeente moet een monitoringsplan opstellen waarin bovenstaande wordt meegenomen. In het monitoringsplan komt de wijze van kwaliteitsborging en de frequentie waarin monitoring plaatsvindt aan de orde.

De kosten om te monitoren moeten worden gebudgetteerd. De kosten bedragen per kunstgrasveld gemiddeld € 7.500 (incl. btw) per jaar.

5. Infill materialen

In beide bovengenoemde onderzoeken waren de onderzoeken gericht op rubbergranulaat gemaakt van gebruikte autobanden. Het RIVM doet de aanbeveling om ook de milieubelasting van andere infillmaterialen, zoals EPDM, TPE en kurk te onderzoeken. Daarnaast pleit het RIVM voor een geïntegreerde beoordeling van de aspecten veiligheid, duurzaamheid én circulariteit van rubbergranulaat en andere infillmaterialen.

Er zijn verschillende -genormeerde- materialen waarvan granulaten worden gemaakt, die hun specifieke voor- en nadelen kennen. Naast het rubbergranulaat zijn de volgende soorten infillmaterialen toepasbaar:

- EPDM
- TPE
- Kurk
- PE-korrels o.a. Promax

Infillmaterialen moeten aan een groot aantal eisen voldoen. Deze eisen zijn vastgelegd in normen van NOC*NSF. De materialen moeten onder andere bestand zijn tegen:

- *Alle* weersinvloeden zoals: zon (UV-zonnestraling), regen, vorst, wind en hoge temperaturen.
- Intensive betreding door sport gebruik en belasting van onderhoudsmachines.
- Veroudering: niet of zo weinig mogelijk verharderen of uiteenvallen tot fijnere delen.

5.1. Rubbergranulaat

Het bekendste infillmateriaal is rubbergranulaat van gemalen autobanden, in de kunstgrassector bekend als rubbergranulaat of SBR-rubber. Rubbergranulaat staat voor styreenbutadieen rubber, een van de belangrijke componenten van autobanden. Rubbergranulaat wordt gemaakt van gemalen, gebruikte autobanden. In Nederland bestaat een verplicht inzamelsysteem voor oude banden, dat in opdracht van de overheid wordt beheerd door de Vereniging Band en Milieu.

De sporttechnische functionaliteit van rubbergranulaat is goed. Ongeveer 90% van de kunstgrasvoetbalvelden in Nederland is gevuld met rubbergranulaat.

5.1.1. Stoffenregelgeving

Rubbergranulaat is volgens de Europese stoffenregelgeving (REACH-verordening) een 'mengsel'. De norm die daarop van toepassing is noemen we de 'mengselnorm'. Rubbergranulaat voldoet aan de algemene Europese normen voor mengsels van stoffen. Als de normen voor consumentenproducten of speelgoed van toepassing



zouden zijn op rubbergranulaat, zou een groot deel van de monsters vanwege de aanwezige concentratie PAK's niet voldoen aan deze normen.

5.1.2. Milieuregelgeving

Rubbergranulaat valt onder de werking van de Wet milieubeheer. Bij de toepassing van rubbergranulaat geldt de zorgplicht: men mag met de activiteit het milieu niet verontreinigen. Opgemerkt wordt dat, voor zover nu bekend, het zorgplicht-artikel ook wordt opgenomen in de nieuwe Omgevingswet.

Door toepassing van rubbergranulaat in een kunstgrassysteem met onderlagen dat zink vastlegt (adsorbeert), blijft zink in het kunstgrassysteem en komt het niet in het milieu terecht (in oppervlaktewater of in de onderliggende bodem). Bij renovatie van velden na 30 jaar moet vastgesteld worden of de resterende adsorptiecapaciteit van de onderlagen nog voldoende is om het zink in de volgende gebruiksperiode vast te houden.

5.1.3. Sporttechnische eigenschappen

Rubbergranulaat heeft goede tot zeer goede sporttechnische eigenschappen, zowel voor het spel voetbal als voor de bewegingsdynamica van de speler. De sporttechnische eigenschappen worden voornamelijk bepaald door de mat en het rubbergranulaat. Door het rubbergranulaat te bewerken is het mogelijk om eventuele afwijkingen te herstellen. De sporttechnische eigenschappen komen het beste tot zijn recht bij een vezellengte van < 55 mm.

5.1.4. Voor- en nadelen

Voordelen: goede sporttechnische eigenschappen, weinig slijtage, zacht, makkelijk te verkrijgen, recyclingproduct en dus een bijdrage aan circulaire economie (volgens RecyBEM B.V. hebben rubbergranulaat en kurk veel minder CO₂ uitstoot dan EPDM) en aantrekkelijke prijs.

Nadelen: geur, chemische samenstelling en mogelijke uitloging naar ondergrond (zink), zwarte infill houdt warmte vast, (toplaag is warm op een zomerdag). Een warm veld is niet comfortabel voor de gebruiker (reducerende maatregelen zijn beregenen of afstrooien met kurk). Er is kans op verspreiding van rubbergranulaat rondom een kunstgrasveld (verspreiding microplastics).

5.2. TPE-granulaat

TPE is een granulaat op basis van een thermoplastisch elastomeer. Ongeveer 5% van de kunstgrasvoetbalvelden in Nederland is gevuld met TPE-granulaat. Een dunne instrooilaag wordt bijna altijd in combinatie met een shockpad (dit is een verende kunststoflaag die op de sporttechnische laag wordt aangebracht), onder de kunstgrasmat aangelegd. Hierdoor worden de benodigde sporttechnische waarden behaald. Voordeel van het toepassen een shockpad is het gebruik van een lagere hoeveelheid (m³) instrooi materiaal.

TPE-granulaat is te verkrijgen in twee verschillende typen, te weten:

- TPE Solid met een massieve kern, deze soort is te verkrijgen in verschillende kwaliteiten.
- TPE Holo met een open kern.

5.2.1. Stoffenregelgeving

TPE-granulaat voldoet aan de algemene Europese norm voor consumentenproducten (opgave leverancier). Deze norm geeft aan dat producten niet meer op de markt mogen worden gebracht wanneer de rubber componenten ervan meer dan 1 mg/kg van één of meer van de (acht) beschreven PAK's bevatten. Dit geldt voor producten die frequent contact met de huid hebben.

5.2.2. Milieuregelgeving

TPE-granulaat valt onder de werking van het Besluit Bodem Kwaliteit (in tegenstelling tot rubbergranulaat). Rubbergranulaat op basis van TPE dat speciaal gemaakt is voor toepassing op kunstgrasvelden, voldoet in de meeste gevallen aan de definitie van een steenachtige bouwstof en valt daarom onder de werking van het Besluit Bodem Kwaliteit.

TPE-granulaat dat toegepast wordt op kunstgrasvoetbalvelden moeten voorzien zijn van een erkende kwaliteitsverklaring in het kader van het Besluit bodemkwaliteit. Dit is in de praktijk een fabrikant-eigen-verklaring of een partijkeuring per partij.

5.2.3. Sporttechnische eigenschappen

De sporttechnische eigenschappen van velden met TPE-infill zijn goed en worden niet alleen bepaald door de infill maar in groter mate door de shockpad/foamlaag onder de mat. Afhankelijk van de punt- of plaatwerking van deze materialen wordt invulling gegeven aan de sporttechnische eigenschappen van de constructie. Hierdoor is de mate van sporttechnische eigenschappen mede afhankelijk van de leverancier en de toe te passen materialen. De sporttechnische eigenschappen komen het beste tot zijn recht bij een vezellengte van <45 mm.

5.2.4. Voor- en nadelen

Voordelen: TPE-granulaat voldoet aan de consumentennorm van de REACH en dus het aan Besluit Bodem Kwaliteit. TPE-granulaat kent weinig tot geen slijtage en/of degradatie. Het product heeft zich bewezen als infill materiaal (vanaf 2004-2005) en is 100 % recyclebaar. Bovendien is de restwaarde hoger. De sporttechnische eigenschappen van TPE zijn redelijk tot goed, maar aanmerkelijk minder dan rubbergranulaat.

Nadelen: de hoge aankoopprijs. De TPE-korrel gaat op den duur wat verharderen. Er zijn nog maar weinig TPE velden die lang genoeg liggen om aan vervanging toe te zijn. Afhankelijk van de hoeveelheid Uv-straling is de kans op agglomereren aanwezig (verkleven van de korrels). Hierdoor wordt TPE niet hergebruikt.



TPE Holo heeft in tegenstelling tot TPE Solid meer de neiging tot compartimentatie en heeft hierdoor meer aandacht nodig tijdens het onderhoud. Net als bij rubbergranulaat treedt verspreiding van de infill rondom een kunstgrasveld op (verspreiding microplastics).



5.3. EPDM-granulaat

Ethyleen-propyleen-dieen-monomeer (EPDM) granulaat is afkomstig van gemalen EPDM-producten of van primair EPDM. De gemalen producten kunnen een verschillende herkomst hebben, bijvoorbeeld van EPDM-folies zoals afdichtingsmaterialen of auto-ruitwissers. Het gebruik van gerecyclede producten wordt afgeraden omdat de herkomst van het product en de samenstelling ervan moeilijk te achterhalen en vast te stellen is.

5.3.1. Stoffenregelgeving

EPDM-granulaat voldoet aan de algemene Europese norm voor consumentenproducten (opgave leverancier). Deze norm geeft aan dat producten niet meer op de markt mogen worden gebracht wanneer de rubber componenten ervan meer dan 1 mg/kg van één of meer van de (acht) beschreven PAK's bevatten. Dit geldt voor producten die frequent contact met de huid hebben.

5.3.2. Milieuregelgeving

EPDM-granulaat valt, net als TPE-granulaat, meestal onder de werking van het Besluit Bodem Kwaliteit. EPDM granulaat dat toegepast wordt op kunstgrasvoetbalvelden moeten voorzien zijn van een erkende kwaliteitsverklaring in het kader van het Besluit bodemkwaliteit. Dit is in de praktijk een fabrikant-eigen-verklaring of een partijkeuring per partij.

5.3.3. Sporttechnische eigenschappen

De sporttechnische eigenschappen van velden met EPDM-infill zijn redelijk tot goed en worden niet alleen bepaald door de infill maar in groter mate door de shockpad/foamlaag onder de mat. Afhankelijk van de punt- of plaatwerking van deze materialen wordt invulling gegeven aan de sporttechnische eigenschappen van de constructie. Hierdoor is de mate van sporttechnische eigenschappen mede afhankelijk van de leverancier en de toe te passen materialen. De sporttechnische eigenschappen komen het beste tot zijn recht bij een vezellengte van <45 mm.

5.3.4. Voor- en nadelen

Voordelen: redelijke tot goede sporttechnische eigenschappen mits ondersteund door een shockpad, zacht, makkelijk te verkrijgen en levert een bijdrage aan circulaire economie.

Nadelen: Bij recycle EPDM is er geen zekerheid op een schoon product (herkomst), EPDM is niet om te smelten tot nieuw EPDM, er is kans op verdichting van de toplaag, de hoeveelheid zink uitloging (net als rubbergranulaat heeft EPDM dit ook) en de kans op agglomereren (verkleven van de korrels).

Er zijn (vooral in Duitsland) tientallen gevallen bekend van het agglomereren van EPDM. Net als bij rubbergranulaat treedt verspreiding van de infill rondom een kunstgrasveld op (verspreiding microplastics).

5.4. PE-granulaat

PE is een granulaat gemaakt van Polyetheen. De PE infill korrel is gelijk aan dat van de kunstgrasvezels (dezelfde grondstof) Polyetheen is een polymeer en is een kunststof. Deze kunststof is de meest verwerkte kunststof die er bestaat. Polyetheen wordt ook wel afgekort met PE. Voor de productie ervan wordt zowel zuiver PE als gerecyclede kunstgrasvezels gebruikt.

Sinds 2018 is er een nieuwe variant op PE-granulaat beschikbaar. Deze korrel bestaat voor dertig tot vijftig procent uit PE-granulaat en wordt aangevuld met TPE-granulaat. Het deel PE-granulaat is bijvoorbeeld afkomstig van gerecycled kunstgras. Van één oud kunstgrasveld kan genoeg infill worden gemaakt voor één nieuw kunstgrasveld.

5.4.1. Stoffenregelgeving

PE-granulaat voldoet aan de algemene Europese norm voor kinderspeelgoed (opgave leverancier). Deze norm geeft aan dat producten niet meer op de markt mogen worden gebracht wanneer de rubber componenten ervan meer dan 0,5 mg/kg van één of meer van de (acht) beschreven PAK's bevatten.

5.4.2. Milieuregelgeving

PE-granulaat valt, net als TPE en EPDM onder de werking van het Besluit bodemkwaliteit. PE-granulaat dat toegepast wordt op kunstgrasvoetbalvelden moeten voorzien zijn van een erkende kwaliteitsverklaring in het kader van het Besluit bodemkwaliteit. Dit is in de praktijk een fabrikant-eigen-verklaring of een partijkeuring per partij.

5.4.3. Sporttechnische eigenschappen

De sporttechnische eigenschappen van velden met PE-infill zijn redelijk en worden niet alleen bepaald door de infill maar in groter mate door de shockpad/foamlaag onder de mat. Dit infillmateriaal wordt op dit moment door ontwikkeld om de hardheid van het materiaal te reduceren, waardoor de sporttechnische eigenschappen zullen verbeteren. De sporttechnische eigenschappen komen het beste tot zijn recht bij een vezellengte van <45 mm.

5.4.4. Voor- en nadelen

Voordelen: schoon infill product dat voldoet aan de REACH-norm, geen geur, PE infill materiaal dat niet kan agglomereren, PE is om te smelten bij einde levensduur. Het granulaat wordt verder doorontwikkeld naar een aantal zachtere varianten, de eerste velden met dit materiaal zijn onlangs opgeleverd. Deze infill is makkelijk te verkrijgen en levert een bijdrage aan circulaire economie.

Nadelen: Er is nog weinig praktijk- en gebruikservaring, het lage soortelijke gewicht en hardheid (skinabration) van de korrel (de korrel is niet flexibel zoals rubbergranulaat, EPDM, TPE of kurk). Net als bij rubbergranulaat treedt verspreiding van de infill rondom een kunstgrasveld op (verspreiding microplastics). De juiste sporttechnische eigenschappen van deze constructie worden bijna geheel door de shockpad veroorzaakt.

5.5. Kurk

Vanwege de discussie rondom rubbergranulaat is er een behoorlijke toename van het aantal velden dat ingevuld wordt met kurk (of kurk-kokos). Kurkkorrels worden ook toegepast als isolatiemateriaal (warmte- en geluidsisolatie).

Rond 2012 is kurk als kunstgras instrooiproduct voor het eerst toegepast. De echte doorontwikkeling heeft plaatsgevonden vanaf 2016. Het toepassen van kurk is daarom relatief nieuw. Er zijn geen langdurige praktijk- en gebruikservaringen. Ook is er veel kwaliteitsverschil tussen de verschillende partijen kurk (per leverancier/herkomst).

5.5.1. Stoffenregelgeving

Uit informatie van een van de grotere leveranciers van kurk (Kieskurk) blijkt dat de samenstelling van kurk (omdat het een natuurproduct is) variabel is. Het is echter wel mogelijk om eisen te stellen aan het product op het gebied van de samenstelling (PAK's). De grotere leveranciers zijn in staat 'op maat' te leveren. Bij het gebruik van kurk moeten er dus duidelijke eisen gesteld worden in de aanvraag (bestek).

5.5.2. Milieuregelgeving

De toepassing van kurkkorrels en kokos in kunstgrasvelden is niet gereguleerd via het Besluit bodemkwaliteit, maar wel via de Wet milieubeheer en het daarin opgenomen zorgplicht artikel.

5.5.3. Sporttechnische eigenschappen

De sporttechnische eigenschappen van kurk zijn goed, maar heeft van nature niet dezelfde kwaliteiten als rubber. Kurk wordt zowel in een constructie met een vezellengte >55mm als <45 toegepast met een shockpad of foam. Op dit moment genieten de systemen met een vezellengte van <45 mm de voorkeuren omdat de sporttechnische eigenschappen door een shockpad of foam op de langere termijn beter kunnen worden gegarandeerd. Anderzijds de hoeveelheid benodigde infill neemt hierdoor af.



5.5.4. Voor- en nadelen

Voordelen: het betreft een natuurproduct, is een goed alternatief voor rubbergranulaat, de prijs is gunstiger dan TPE of EPDM, geen geur, geeft temperatuurreductie op het kunstgrasveld, zacht materiaal.

Nadelen: er moet veel kurk worden bij gestrooid na het eerste jaar en de jaren daarop, kurk is erg licht waardoor er kans is op wegwaaien, er is kans op opdrijven. Vanwege de betrekkelijk korte ervaring met de toepassing van kurk is er nog weinig bekend over slijtage van kurk, wat de kans is op fragmentatie van kurk (het uiteenvallen van materiaal in kleine deeltjes), wat de kans is op het verteren van kurk, de kans op vorming van algen, bacteriën en schimmels, de levensduur van kurk en de duurzaamheid van de productie. Het product is bovendien onderhevig aan behoorlijke prijschommelingen, afhankelijk van de vraag.

5.6. Non infill kunstgrasvelden

Kunstgras is de afgelopen 10 tot 15 jaar in opkomst, maar continu in ontwikkeling. Op initiatief van de KNVB wordt met overheden, gemeenten en kunstgrasfabrikanten de verdere ontwikkeling ervan besproken. De ontwikkeling van nieuwe kunstgrassystemen zullen voorlopig regelmatig hun weg vinden naar de kunstgrasmarkt. Kunstgrassystemen zonder infill zijn momenteel de nieuwste ontwikkeling. Deze non-infill velden zijn ontwikkeld met de bedoeling om geen infill materiaal te gebruiken. Ze worden nu echter nog met een zandlaagje ingestrooid om aan de norm te kunnen voldoen.

Bij de gevulde systemen wordt de vezel rechttop gehouden door infill (zand en rubber/kurk/ kunststof korrel). Bij infill loze systemen worden steungarens ingebracht om de vezel recht te houden. Systemen zonder infill hebben vanzelfsprekend geen last van uitloging door invulmateriaal (hooguit materiaal als gevolg van slijtage aan de vezels dat in het milieu terecht kan komen). In tegenstelling tot de rubber ingestrooide velden is er geen sprake van verspreiding van infill rondom een kunstgrasveld (verspreiding microplastics).

In het seizoen 2018/2019 zijn op vijf plekken (Amsterdam, Haarlemmermeer, Hellendoorn, Meijerijstad en Oss) in Nederland 'non infill' velden aangelegd. Tijdens het 'Pletterijdebat' voor raadsleden op 18 september 2019 over infill op kunstgrasvelden in de gemeente Haarlem, is ook over dit soort velden gesproken.

De non infill velden zijn een jaar lang getest. De KNVB heeft vervolgens geconcludeerd dat de velden nog niet op het gewenste kwaliteitsniveau zijn. Ervaring van sporters laat zien er bij bepaalde weersomstandigheden onder andere onvoldoende grip is. Juist het hebben van grip op een voetbalveld is belangrijk vanwege veiligheid. Het onderdeel veiligheid is in de huidige normering onvoldoende geborgd. Er wordt gewerkt aan nieuwe testapparatuur die kan meten of de grip op

velden van een voldoende niveau is. De KNVB staat nog steeds achter de ontwikkeling van non infill velden omdat deze makkelijk recyclebaar zijn, minder microplastics verspreiden, geen uitloging hebben en minder geur afgeven tijdens warme perioden. Echter, tot er meer onderzoek is gedaan, adviseert de KNVB nog geen non infill velden aan te leggen.

6. Overige aandachtspunten

6.1. Funderingslagen

In het verleden zijn zowel voor voetbal, hockey, korfbal en tennis funderingsmaterialen gebruikt als sporttechnische laag van de constructie, waarbij gebruik gemaakt is van rubbergranulaat om de benodigde sporttechnische eigenschappen te kunnen garanderen.

In de gemeente Haarlem zijn vijftien voetbal-, hockey- en korfbalvelden gebouwd met een sporttechnische laag met een toevoeging van rubbergranulaat.

Bij voetbal wordt de toepassing van rubbergranulaat in de sporttechnische laag (dynamische constructie) zoveel mogelijk vervangen door een harde sporttechnische laag (statische constructie).

Bij de overige sporten wordt op dit moment gewerkt met dynamische funderingen, waarbij de demping van de sportvloer niet gerealiseerd wordt door invulmateriaal in de mat maar door de demping van de sporttechnische laag onder de mat. Deze demping kan op 2 manieren bereikt worden:

- Een sporttechnische laag (funderingslaag) van een mengsel van lava (of een soortgelijk materiaal) en rubber;
- Het toepassen van een shockpad, dit is een verende kunststoflaag die op de sporttechnische laag wordt aangebracht.

Zoals eerder aangegeven in dit rapport is door onderzoek aangetoond dat er geen gezondheidsrisico's zijn bij het gebruik van rubbergranulaat in de sporttechnische laag omdat de sporter er niet mee in contact komt. Wel zijn er risico's ten aanzien van het milieu. Deze risico's zijn vergelijkbaar met die van kunstgrasvoetbalvelden die zijn ingestrooid met rubbergranulaat of een sporttechnische laag met rubbergranulaat hebben. De zorgplicht vanuit het Besluit Bodemkwaliteit blijft hier van toepassing.

In de toekomst moet overwogen worden geen rubbergranulaat meer te verwerken in sporttechnische lagen en te kiezen voor statische sporttechnische lagen, al dan niet met gebruikmaking van een shockpad.

6.2. Verspreiding microplastic

Naar aanleiding van de rapportage van het RIVM over de bodemkwaliteit van kunstgrasvelden, heeft het RIVM de aanbeveling gedaan om maatregelen te treffen ter voorkoming van de verspreiding van alle soorten infillmaterialen.

1. Aanbrengen van inloopmatten met opvangbakken bij de toegangspoorten naar het veld;
2. Het aanbrengen van verhoogde betonnen afscheidingen onder het hekwerk bij de aanleg van nieuwe velden;
3. Het aanbrengen van kunststofplaten bij bestaande kunstgrasvelden tegen de bestaande gaasmatafscheiding of het vervangen van de gaasmatafscheiding door kunststofplaten, die ook als reclameborden kunnen worden gebruikt;
4. Aanpassen van de onderhoudsmethodieken waarbij zoveel mogelijk materiaal richting het veld wordt verwerkt. Bijvoorbeeld: bladblazen niet van het veld af maar naar het veld toe zodat infill op het veld blijft.
5. Het aanbrengen van rubber 'flappen' aan de onderzijde van de toegangspoorten en toegangshekken op het sportpark.

6.3. Hittestress

Hittestress neemt toe. De gemiddelde wereldtemperatuur neemt toe met 1 tot 2 graden in de komende 50 jaar. Dit leidt tot toename van incidenten met extreme neerslag en toename van periode met extreme droogte en hittegolven.

Wat betekent dit voor de sporter (in het bijzonder voor de sporter op kunstgras)? De volgende factoren hebben invloed op de mate van hittestress:

- Zonnestraling;
- Wind;
- Temperatuur;
- Vocht;
- Thermische straling;
- Activiteit.

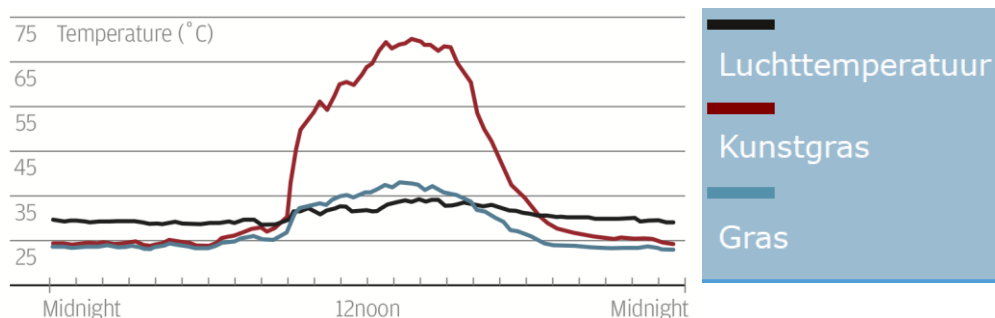
Van deze factoren levert zonnestraling de grootste bijdrage aan de hittestress. Bij sporten op sportoppervlakte speelt met name de thermische straling (thermisch comfort) een belangrijke rol. Bij natuurgras wordt de aarde opgewarmd door de zon, hierbij vindt op het grasoppervlak opwarming van de bodem plaats en stijgt warme lucht op en vindt verdamping van water plaats. Bij kunstgras zien we dezelfde verschijnselen, echter de opwarming van de ondergrond is veel kleiner en de

opwarming van lucht veel groter, afhankelijk van de oppervlaktetemperatuur (zie onderstaande tabel, bron: SCMP 2015).

Uit de tabel kunnen we concluderen dat de oppervlaktetemperatuur op kunstgrasvelden ongeveer tweemaal zo hoog is dan de luchttemperatuur.

Bij het verminderen van hittestress spelen de volgende aspecten een rol:

- Kleur van de rubbergranulaat wit versus zwart is 5 graden koeler. Rubbergranulaten zijn in verschillende kleuren verkrijgbaar (de kosten wegen niet op tegen de baten);
- Meer verdamping door beregenen. Dit kan leiden tot een verkoeling van 50 graden. Dat effect is echter van korte duur (ca. 20 minuten, met oplopende temperatuur). Hierbij moet worden opgemerkt dat het investeren in een beregeningsinstallatie vrij kostbaar is en het onttrekken van water aan ons klimaat geen bijdrage is aan klimaatadaptatie en het voorkomen van de verdroging van de aarde;
- Meer warmte naar de bodem leiden door een goede keuze te maken tussen sporttechnische lagen. Een shockpad werkt echter als een isolator en geeft daardoor juist hitte af;
- Infillmaterialen; met name TPE Solid en kurk leveren een goede bijdrage aan temperatuurreductie van de oppervlaktetemperatuur tot circa 15 graden;
- Verantwoordelijkheid van de vereniging. Net als bij hevige regenval, onweer en andere extreme weersomstandigheden, moet ook de vereniging bij hoge temperaturen maatregelen nemen om hittestress bij sporters te voorkomen. Op dit moment vindt overleg met de verschillende onderzoeksinstituten en sportbonden plaats over het opstellen van richtlijnen.



6.4. Bodemverontreiniging door uitloging van rubbergranulaat.

De gemeente Haarlem heeft Newæ gevraagd een inschatting te maken van de kosten voor mogelijke bodemverontreiniging door uitloging bij het toepassen van rubbergranulaat op kunstgras voetbalvelden in vergelijking tot andere infillmaterialen.

Bij Newæ is op dit moment maar één geval bekend van bodemverontreiniging door uitloging bij het toepassen van rubbergranulaat bekend (kunstgras voetbalveld aangelegd 1985). Dit betrof een bodemverontreiniging in de bovenste 10 cm van de zandfundering. De mate waarin de verontreiniging voorkwam is niet bekend. De toegepaste rubbergranulaten (flappen) bevonden zich voornamelijk in de sporttechnische laag van het veld en zijn niet vergelijkbaar met de huidige stand der techniek en de rubbergranulaten welke nu worden geproduceerd.

Om enige houvast te kunnen bieden willen wij u verwijzen naar het onderzoek van SGS-intron, onderzoek naar onderlagen van 10 jaar oude velden uit 2013 (zie bijlage D), waarin geconcludeerd wordt dat de onderlagen na beëindiging van de technische levensduur van het kunstgrasveld uit milieuhygiënisch oogpunt gezien herbruikbaar zijn.

Slotconclusie van het onderzoek: Kunstgrassystemen die zijn ingestrooid met infill van gerecyclede autobanden en een onderlaag van lava en zand hebben, vormen aan het einde van hun technische levensduur geen risico voor het milieu.

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

Op basis van deze slotconclusie mag worden geconcludeerd dat er geen significante verschillen zijn tussen de kosten van mogelijke bodemverontreiniging door uitloging bij het toepassen van rubbergranulaat op kunstgras voetbalvelden in vergelijking tot andere infillmaterialen.

7. Afweging keuze infillmateriaal

7.1. Beoordelingsmatrix infillmaterialen

In onderstaand schema worden de tot nu toe beschikbare soorten infill materialen met elkaar vergeleken op sporteigenschappen, kwaliteit, veiligheid en financiën. Deze tabel is opgesteld op basis van tot nu toe bekende kennis en feiten vanuit onderzoeken, gebaseerd op ervaringen en gegevens van producenten en KNVB. De score wordt aangegeven met het teken + waarbij meer 'plussen' een betere score betekent.

	SBR	SBR met kurk 5mm	Kurk	TPE (hollow)	TPE (solid)	EPDM	PE infill	Non-infill
Hoogte vezel*	>55mm	>55mm	>55mm	>45mm	>45mm	>45mm	>45mm	>35mm
<u>Sporteigenschappen</u>								
Spelerscomfort	++++	++++	+++	+++	+++	+++	+?	+?
Sporttechnische eigenschappen	++++	++++	+++	+++	+++	+++	++	+
Temperatuur	+	+++	++++	+++	+++	+++	+++	+++
Geurloos	+	++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
<u>Kwaliteit</u>								
Compacteert niet	+++	+++	++	++	+++	+	++++	n.v.t.
Recyclebaar	++	++/+	+	++++	++++	+	++++	n.v.t.
Levensduur	++	++/?	?	++	++	+	?	n.v.t.
<u>Veiligheid</u>								
Milieu (uitloging)**	+	+	++++	++	++	++	++	++++
Milieu (microplastics)	+	+	n.v.t.	+	+	+	+	++++
Gezondheid	+	+	+++	++	++	++**	+++	++++
<u>Prijsvergelijk met SBR (100%)</u>								
Investering	100	113	118	153	169	142	130	145
Beheerkosten	100	111	118	120	120	110	108	81
Exploitatie	100	112	118	146	159	135	125	131

* Indien met een vezel >55 mm wordt vergeleken, dienen meerkosten voor vervanging van de sporttechnische laag nog toegevoegd te worden. Deze zijn nu voor het vergelijk niet opgenomen in de kosten.

** In EPDM zijn weekmakers aangetroffen in het RIVM gezondheidsonderzoek.

*** Rubber is onderzocht op uitloging, de overige materialen voldoen op basis van het besluit bodemkwaliteit of wet milieubeheer. De uitloging van de overige invulmaterialen is niet onderzocht door het RIVM. Deze eigenschappen zijn nog niet onderzocht of zijn nog in ontwikkeling of hebben zich nog niet in praktijk bewezen, omdat het product nog geen 10 jaar bestaat en/of wordt toegepast.

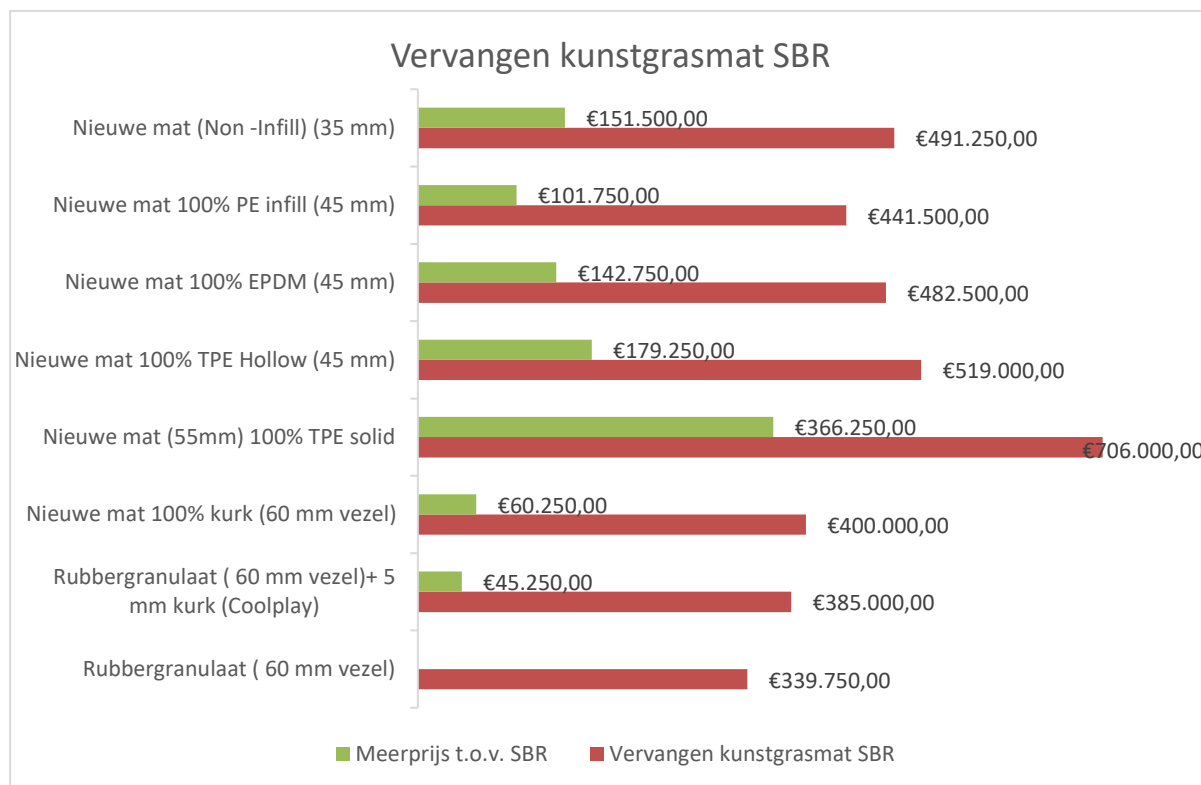
7.2. Financiële afwegingen

Tussen de systemen met verschillende infillmaterialen en systemen zonder infill bestaan prijsverschillen. Dit geldt zowel voor het vervangen van de velden als voor het jaarlijks onderhoud. In deze paragraaf zijn de financiële consequenties met betrekking tot de diverse opties globaal weergegeven (zie ook bijlage B). Onderstaande uitgangspunten worden daarbij gehanteerd:

- Betreft vervanging van een kunstgras toplaag voor kunstgras voetbalvelden
- Het uitgangspunt is een bestaand systeem met een sporttechnische laag van lava, een kunstgrasmat met 60 mm vezellengte en 20 mm rubbergranulaat;
- Bedragen zijn marktprijzen per 1-1-2019: deze kunnen gedurende het jaar wijzigen;
- De prijzen zijn gebaseerd op de huidige wet- en regelgeving;
- Er is geen rekening gehouden met mogelijk plaatselijke (kostenverhogende) omstandigheden;
- Het uitgangspunt is dat de onderbouw (fundering) geschikt is voor de nieuwe kunstgrasmat.
- De berekening is een theoretische berekening o.b.v. hoeveelheden bouwstoffen, de genoemde constructies zijn niet (allemaal) sporttechnisch gecertificeerd;
- De afmeting van een veld is 7.597 m² (100 m x 64 m belijning);
- De kosten omtrent de vervanging van sporttechnische laag (par. 6.1), het tegengaan van de verspreiding van microplastic 's (par. 6.2.) en monitoringskosten in het kader van WBB (par. 4.3.) of de sanering van de zandfundering (par. 6.4.) zijn niet meegenomen in de berekeningen;
- Alle genoemde bedragen zijn inclusief btw.

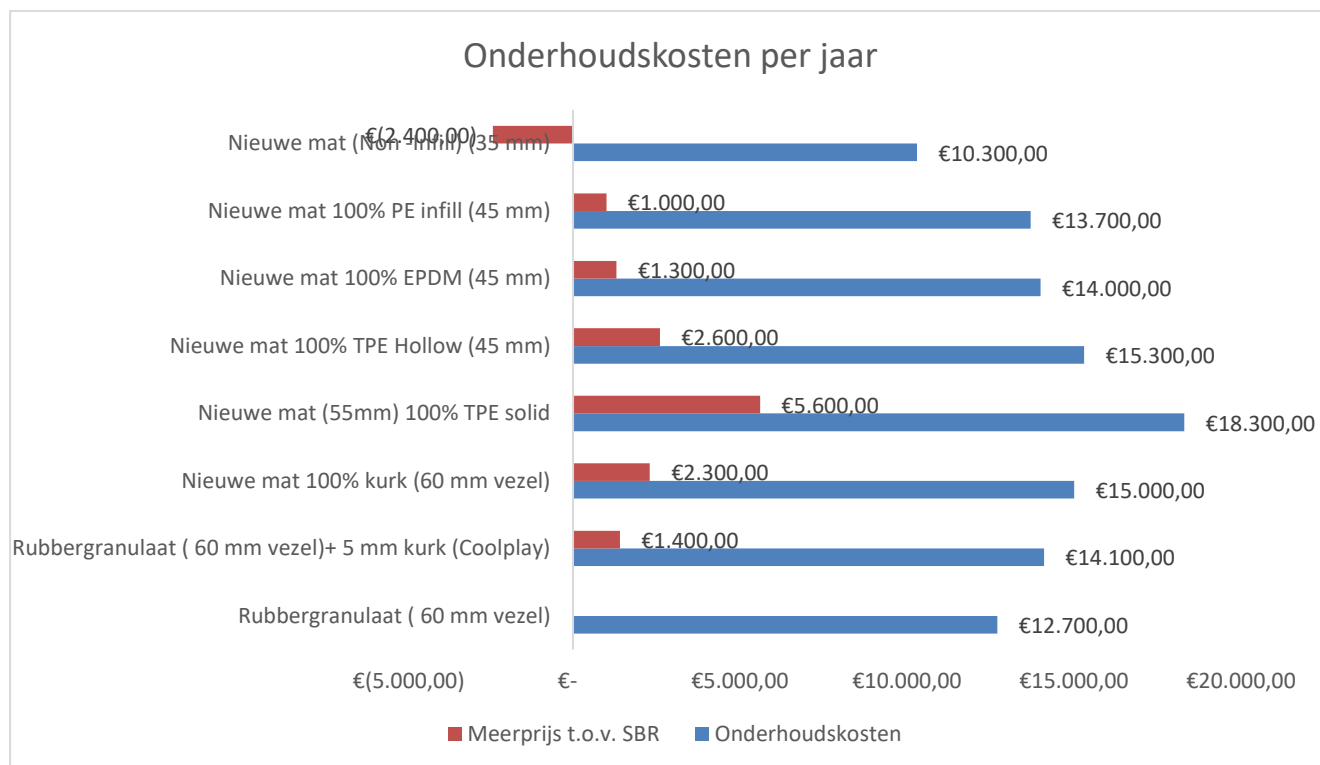
7.2.1. Vervangen kunstgrasmat met infill van rubbergranulaat

Onderstaand zijn de financiële verschillen inzichtelijk gemaakt voor het vervangen van een kunstgrasmat met rubbergranulaat door de eerder beschreven systemen.



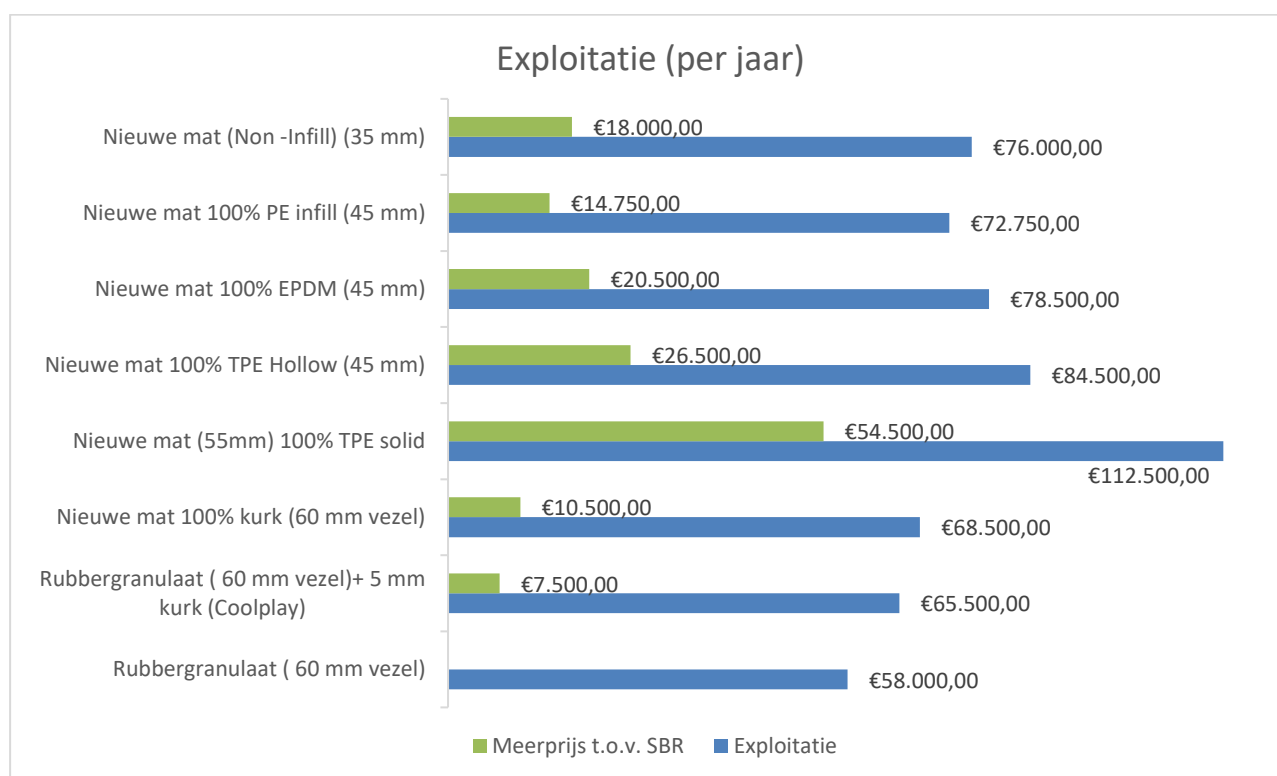
7.2.2. Onderhoudskosten

Onderstaand zijn de financiële verschillen inzichtelijk gemaakt voor de onderhoudskosten van een kunstgrasmat met rubbergranulaat in verhouding tot de eerder beschreven systemen.



7.2.3. Exploitatie kunstgrasconstructie

Voor de kosten van het vervangen van een kunstgrasmat en het jaarlijkse onderhoud ervan kan op hoofdlijnen worden aangegeven wat de jaarlijkse exploitatielast is. Daarbij gaan we uit van een afschrijvingstermijn van 30 jaar conform de Haarlemse situatie. Afhankelijk van de kunstgrasconstructie die gekozen wordt, moet gedacht worden aan een jaarlijkse exploitatielast van € 58.000,- tot € 92.500,-. Uitzondering hierop is een kunstgrasmat van 100% TPE Solid, de jaarlijkse exploitatielasten voor deze mat bedragen ongeveer € 112.500,-.



8. Conclusie en aanbeveling

8.1. Conclusie

Op basis van bovenstaande gegevens kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Kunstgrassystemen met rubbergranulaat zijn vanuit sporttechnisch en financieel oogpunt op dit moment een aantrekkelijke keuze. Dit vraagt echter in het kader van de Zorgplicht voortdurende monitoring. In het kader van hittestress is het mogelijk het rubbergranulaat af te strooien. Afhankelijk van het gekozen systeem kan dit leiden tot een temperatuurreductie van 5 tot 20 graden;
- Kunstgrassystemen met kurk infill zijn een goed alternatief voor systemen met rubbergranulaat. Maar er moet nog blijken hoe de structuur van kurk zich houdt over een periode van 10 jaar. Daarnaast is het aanbod en de vraag naar kurk een belangrijk aspect dat financiële consequenties met zich mee kan brengen. Kurk is één van de materialen dat in het kader van hittestress temperatuurreductie geeft;
- Naast kurk is de ontwikkeling van non-infill kunstgrassystemen een alternatief. Echter, deze velden zijn in het seizoen 2018/2019 voor het eerst aangelegd en kunnen nog niet voldoende worden getest vanwege het ontbreken van normen voor dit specifieke materiaal. De KNVB adviseert tot er meer onderzoek heeft plaatsgevonden deze velden nog niet aan te leggen.
- De overige systemen met TPE, EPDM en PE zijn sporttechnisch gelijk aan kurk maar financieel gezien zijn deze systemen relatief duur in de exploitatie. De constructie van 55 mm met TPE solid infill is in deze categorie één van de weinige constructies die in het kader van hittestress een bijdrage levert aan de temperatuurreductie;
- Bij het vervangen van de kunstgras voetbalvelden, -korfbalvelden en -hockeyvelden dient rekening gehouden te worden met een extra investering van tussen de € 50.000,- en € 100.000,- voor het vervangen van de sporttechnische laag indien de gemeente besluit geen rubbergranulaat in sporttechnische laag te willen toepassen.
- Voor het tegengaan van verspreiding van microplastics moet bij de aanleg of renovatie van een kunstgrasveld een extra bedrag van € 20.000,- tot € 42.500,- (incl. btw) per veld worden begroot voor het nemen van maatregelen om de verspreiding van instrooigranulaat buiten de velden tegen te gaan.
- In het kader van de zorgplicht art 13 van de Wet bodembescherming is monitoring van rubber ingestrooide kunstgrasvelden verplicht. Deze wettelijke verplichting om te monitoren moet worden gebudgetteerd. De kosten voor de benodigde onderzoeken bedragen gemiddeld € 7.500,- (incl. btw) per kunstgrasveld per jaar.

8.2. Aanbeveling

Het gebruik van rubbergranulaat als infill voor kunstgrasvelden is toegestaan. Als gevolg van de huidige discussie over mogelijke effecten op gezondheid en milieu door het gebruik van rubbergranulaat, kan de wetgeving veranderen. Dat kan gevolgen hebben voor reeds aangelegde kunstgrasvelden en keuzes die nu gemaakt worden ten aanzien van de vervanging van kunstgrasvelden. Met deze rapportage geven wij inzicht in de verschillende kunstgrassystemen die er bestaan en geven we duidelijkheid over de lopende discussie over het gebruik van rubbergranulaat. Hiermee geven we de gemeente Haarlem de informatie die nodig is om keuzes voor de toekomst te maken. Wij adviseren daarnaast om te waarborgen dat er altijd voldaan wordt aan de Zorgplicht zoals omschreven in het Zorgplichtdocument.

Bijlage A: Zorgplicht document VACO/RecyBEM (update 2017)

Bijlage B: Financiële onderbouwing

Bijlage C: Samenstelling rubbergranulaat

In deze tabel zijn alle stoffen en hoeveelheden daarvan die zijn aangetroffen in rubbergranulaat opgenomen.

Stof	Aangetroffen		Europese normering (REACH)			Nationaal	
	Mediaan	Max.	Mengsel	Consumenten-producten	Speelgoed	Bouwstoffen	Grond (Klasse wonen)
PAK's							
benzo(a)pyreen	<1,1	2,2	100	1 (43%)	0,5 (71%)	10	n.v.t
benzo(a)antraceen	<0,9	2,2	1.000	1 (23%)	0,5 (29%)	40	n.v.t
chryseen	1,3	3,5	1.000	1 (62%)	0,5 (86%)	10	n.v.t
benzo(b)fluoranteen	<0,9	3	1.000	1 (57%)	0,5 (86%)	n.v.t	n.v.t
fenantreen	<0,5	7,1	n.v.t	n.v.t	n.v.t	20	n.v.t
antraceen	<0,5	1,1	n.v.t	n.v.t	n.v.t	10	n.v.t
fluoranteen	3,4	20,3	n.v.t	n.v.t	n.v.t	35	n.v.t
benzo(ghi)peryleen	4,1	7,7	n.v.t	n.v.t	n.v.t	40	n.v.t
Som PAK (VROM10)	9,6	35,5	n.v.t	n.v.t	n.v.t	50	6,8 (59%)
Ftalaten							
di-2-ethylhexylftalaat	7,6	27,2	3.000	1.000	n.v.t	n.v.t	8,3 (38%)
di-isobutylftalaat	<0,5	2,3	250.000	n.v.t	n.v.t	n.v.t	1,3 (5%)
Fenolen			n.v.t	n.v.t	n.v.t	n.v.t	
bisfenol-A	0,5	2,5	3.000	n.v.t	0,1 mg/L	n.v.t	n.v.t
Polychloorbifenylen							
PCB's4	<0,035	0,074	n.v.t	n.v.t	n.v.t	0,5	0,04 (29%)

Bijlage D: Milieuonderzoeken rubbergranulaat