

Hovedkontor
 Forskningsveien 3b
 Postboks 123 Blindern
 0314 OSLO
 Telefon 22 96 55 55
 Telefaks 22 69 94 38

Avdelingskontor
 Høgskoleringen 7b
 7491 TRONDHEIM
 Telefon 73 59 33 90
 Telefaks 73 59 33 80

E-mail firmapost@byggforsk.no
 Internett www byggforsk.no
 Foretaksnr. NO 943 813 361 MVA

Oppdragsgiver
 Norges fotballforbund

Oppdragsgivers adresse
 Serviceboks 1 Ullevål Stadion
 0840 Oslo

Oppdragsgivers referanse
 Ole Myhrvold

Prosjektnr./arkivnr. O-10820	Dato 10.09.04	Rev.dato	Antall sider 15	Antall vedlegg 0	Gradering Lukket	Forfatter(e) Thale S.W. Plesser, Ole J. Lund
Prosjektleder Ole J. Lund	Sign.	Ansvarlig linjeleder Gro Markeset	Sign.	Kvalitetssikrer Jørund Furre	Sign.	

Oppdragsrapport

Potensielle helse- og miljøeffekter tilknyttet kunstgresssystemer - sluttrapport

Kort sammendrag

Norges byggforskningsinstitutt (NBI) har på oppdrag Norges Fotballforbund (NFF) gjort en undersøkelse av eventuelle helse- og miljøeffekter knyttet til kunstgresssystemer. Undersøkelsen omfatter totalt fire typer gummigranulat og to typer kunstgressfibre som er i bruk i nordisk sammenheng. I denne rapporten presenteres resultatene fra tre typer gummigranulat laget av resirkulert gummi, et EPDM-gummigranulat og to kunstgressfibre.

Gummigranulatene og kunstgressfibrene er blitt analysert med hensyn på totalinnhold av arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, sink, PCB, PAH, ftalater og fenoler. Det er også blitt utført utlekkingstester og avgassingsforsøk. Resultatene er sammenliknet med norske og utenlandske grenseverdier for jord og vann.

Byggverkets adresse		Byggeår
Metode Laboratorieundersøkelse	Emneord Kunstgress, gummigranulat, miljøgifter, risikovurdering	Filnavn Rapport NFF

1 Innledning

Norges byggforskningsinstitutt (NBI) fikk vinteren 2003 i oppdrag å undersøke eventuelle miljø- og helseeffekter knyttet til bruk av kunstgresssystemer. Oppdragsgiver var Norges fotballforbund ved Ole Myhrvold.

Per i dag finnes det ingen aksepterte krav og prøvemetoder ved bruk av gummigranulat i kunstgresssystemer. Mekanismene for endringen i gummigranulatets egenskaper og bestandighet over tid, gitt ulike miljømessige påvirkninger, er ikke godt studert. Tilsvarende er heller ikke eventuelle helse- og miljøpåvirkninger fra gummigranulat til omgivelsene godt kartlagt.

Målsetningen med prosjektet er å gi et tilfredstillende fingeravtrykk av potensielle helse- og miljøskadelige stoffer for jord, luft, vann og mennesker, tilknyttet bruken av gummigranulat i kunstgresssystemer. Det er ønskelig å generere data av høy kvalitet, slik at de kan inngå i en mer omfattende risikovurdering, samt kunne danne grunnlaget for utviklingen av en eventuelt fremtidig norsk, nordisk eller europeisk produktgodkjenningsordning for gummigranulat til bruk i kunstgresssystemer.

Undersøkelsen omfatter laborietesting og en forenklet risikovurdering for fire typer gummigranulat og to typer kunstgressfibre. Tre av gummigranulatene er basert på resirkulert gummi mens det fjerde er en EPDM gummi.

2 Prøveobjekt

Gummigranulat og kunstgressfibre fra ulike produsenter ble innhentet fra leverandører av kunstgresssystemer, se tabell 1.

Tabell 1. Beskrivelse av gummigranulater og kunstgressfibre.

Prøve #	Produsent	Prøve type	Materiale	Beskrivelse
1	Genan Business & Development	Gummigranulat	Resirkulert gummi	Grovkornet, 2-4 mm
2	Jacobs Rubber	Gummigranulat	Resirkulert gummi	Finkornet
5	Jacobs Rubber	Gummigranulat	Resirkulert gummi	Grovkornet
6	Saltex Oy	Gummigranulat	EPDM	1-4 mm
3	CABRITA	Kunstgress	Polyeten	Splittfiber
4	Desso	Kunstgress	Polyeten /polypropen kopolymer	Monofiber

3 Prøvemetoder

3.1 Totalanalyse

For bestemmelse av totalinnhold av utvalgte elementer og organiske forbindelser, se tabell 2, ble gummigranulater og kunstgressfibre sendt til NBIs underleverandør AnalyCen AS for kjemisk analyse.

Tabell 2. Totalanalyse. Prøvemethoder.

Parameter	Deteksjonsgrense	Måleusikkerhet	Metode basert på
Arsen, As	0,03 mg/kg	± 35 %	NS 4781-1 m
Bly, Pb	0,4 mg/kg	± 20 %	NS-EN ISO 11885
Kadmium, Cd	0,017 mg/kg	± 20 %	NS-EN ISO 11885
Kobber, Cu	0,2 mg/kg	± 20 %	NS-EN ISO 11885
Krom, Cr	0,2 mg/kg	± 20 %	NS-EN ISO 11885
Kvikksølv, Hg	0,5 µg/kg	± 30 %	NS 4781-1 m
Nikkel, Ni	0,2 mg/kg	± 20 %	NS-EN ISO 11885
Sink, Zn	0,2 mg/kg	± 20 %	NS-EN ISO 11885
PCB(7) i kunstgressfiber	0,002 mg/kg	± 25 %	NTR 329 Sintef 1997
PCB(7) i gummigranulat	0,2 mg/kg	± 25 %	SNV rapport 4697
PAH(16)	0,01 mg/kg	± 25 %	NTR 329 Sintef 1997
Ftalater(8)	0,1-1 mg/kg	± 20 %	
4-t-Oktylfenol	5-50 µg/kg	± 10 %	Derivatisering
4-n-Nonylfenol	5-50 µg/kg	± 10 %	Derivatisering
iso-Nonylfenol	5-50 µg/kg	± 10 %	Derivatisering

3.2 Utlekking

Utlekkingsprosedyrene er basert på pr EN 12457-4 og NT ENVIR 005.

3.2.1 Utlekking av elementer fra kunstgressfiber og gummigranulat

Deionisert vann og kunstgressfiber eller gummigranulat ble overført til en 2 L, firkantet beholder av polyeten. Forholdet mellom vann og fast materiale var L/S = 10 L/kg. Konduktivitet, pH og temperatur ble målt i det deioniserte vannet før sammenblanding, se tabell 3. Beholderen med vann og fast materiale fikk rotere med hastighet 10 rpm i 24 timer. Umiddelbart etter roteringens slutt ble temperatur, pH og konduktivitet i utlekkingsvæsken målt. Deretter ble utlekkingsvæsken vakuumbfiltrert. Til filtreringen ble det brukt en Sartorius glass vakuumbfilter holder med 0,45 µ Millipore MF-membran filter med nitrocellulose. Filtratet ble surgjort med 1% v/v konsentrert HNO₃ og oppbevart på en polypropen flaske.

Tabell 3. Utlekking av metaller fra kunstgressfibre og gummigranulater. Prøvsbetingelser.

Prøvetype	Prøve nr	Prøvevekt [g]	Deionisert vann			
			Volum [ml]	Temp. [°C]	pH	Kondukt. [µS/cm]
Granulat	1	100,02	1000	18,5	6,25	1,21
Granulat	2	100,03	1000	18,5	6,25	1,21
Granulat	5	100,03	1000	22,4	5,63	0,75
Granulat	6	100,05	1000	22,4	5,63	0,75
Fiber	3	50,00	500	21,0	5,60	0,82
Fiber	4	50,00	500	21,0	5,60	0,82

Analyse av sink i utlekkingsvæsken ble utført ved NBI på et flamme atomabsorpsjonsspektrometer. Deteksjonsgrense er 0,02 mg/L.

Analyse av krom i utlekkingsvæsken ble utført ved NBI på et grafittovn atomabsorpsjonsspektrometer. Deteksjonsgrense er 0,6 µg/l.

3.2.2 Utlekking av organiske forbindelser fra gummigranulat

Deionisert vann og gummigranulat ble overført til en 1 L, firkantet beholder av Duran-glass med teflonbelagt kork. Forholdet mellom vann og fast materiale var L/S = 10 L/kg. Konduktivitet, pH og temperatur ble målt i det deioniserte vannet før sammenblanding, se tabell 4. Beholderen med vann og fast materiale fikk rotere med hastighet 10 rpm i 48 timer. Umiddelbart etter roteringens slutt ble

temperatur, pH og konduktivitet i utlekkingsvæsken målt. Deretter ble utlekkingsvæsken filtrert ved normalt trykk. Til filtreringen ble det brukt askefritt papirfilter (589³) fra Schleicher og Schull. Filtratene ble sendt til AnalyCen for analyse av organiske forbindelser, se tabell 5.

Tabell 4. Utlekking av organiske forbindelser fra gummigranulater. Prøvingsbetingelser.

Prøve nr	Parallell	Prøve-vekt [g]	Deionisert vann			
			Volum [ml]	Temp. [°C]	pH	Kondukt. [µS/cm]
1	1	90,90	910	20,2	5,63	0,81
1	2	90,89	910	20,2	5,63	0,81
1	3	90,86	910	20,2	5,63	0,81
1	4	90,93	910	20,2	5,63	0,81
2	1	90,96	910	21,3	6,35	0,72
2	2	90,93	910	21,3	6,35	0,72
2	3	90,92	910	21,3	6,35	0,72
2	4	90,90	910	21,3	6,35	0,72
5	1	90,92	910	20,7	5,90	0,79
5	2	90,93	910	15,5	6,20	0,64
6	1	90,92	910	15,5	6,20	0,64

Tabell 5. Analyse av organiske forbindelser i utlekkingsvann. Prøvemethoder.

Parameter	Deteksjonsgrense	Måleusikkerhet	Metode basert på
PAH(16)	0,02 µg/L	± 30 %	NS 9815
Ftalater(8)	0,1-1 µg/L	± 20 %	-
4-t-Oktylfenol, 4-n-Nonylfenol, iso-Nonylfenol	5-50 ng/L	± 10 %	Derivatisering
Totalt organisk karbon (TOC)	0,1 mg/L	± 10 %	NS-EN 1484
Løselig organisk karbon (DOC)	0,1 mg/L	± 10 %	NS-EN 1484-1
Turbiditet	0,05 FTU	± 10 %	NS-ISO 7027-1
Suspendert stoff	0,6 mg/L	± 20 %	NS 4733-2

3.3 Avgassing fra gummigranulat

Ved avgassingsforsøket ble det veid inn 2 g gummigranulat. Granulatet ble varmet til 70°C i 30 minutter før gassblandingen ble analysert. Avgassingsforsøket ble foretatt av NBIs underleverandør AnalyCen AS.

4 Resultater

4.1 Totalanalyse

Tabell 6 og 7 viser analyseresultatene for totalinnhold av utvalgte elementer og organiske forbindelser i gummigranulater og kunstgressfibre.

Tabell 6. Totalt innhold av utvalgte elementer og organiske forbindelser i gummigranulater.

Parameter	Enhet	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 5	Prøve 6	SFTs norm-verdi ¹⁾	Jordbruk Canada ²⁾	PNEC ³⁾
Arsen, As	mg/kg	<3	<3	<2	<2	2	12	
Bly, Pb	mg/kg	20	15	17	8	60	70	
Kadmium, Cd	mg/kg	1	1	2	<0,5	3	1,4	
Kobber, Cu	mg/kg	35	20	70	<3	100	63	
Krom, Cr	mg/kg	<2	<2	<2	5200	25	64	
Kvikksølv, Hg	mg/kg	0,04	0,04	<0,03	<0,03	1	6,6	
Nikkel, Ni	mg/kg	<2	<1	<5	<5	50	50	
Sink, Zn	mg/kg	7500	7300	17000	9500	100	200	
Polyklorerte bifenyler (PCB)								
PCB(7)	mg/kg	<0,175	<0,175	0,202	<0,004	0,01	0,5	
PCB 28	mg/kg	<0,05	<0,05	0,114	<0,001			
PCB 52	mg/kg	<0,05	<0,05	0,072	<0,001			
PCB 101	mg/kg	<0,05	<0,05	0,002	<0,001			
PCB 118	mg/kg	<0,05	<0,05	0,001	<0,001			
PCB 153	mg/kg	<0,05	<0,05	0,003	<0,001			
PCB 138	mg/kg	<0,05	<0,05	0,008	<0,001			
PCB 180	mg/kg	<0,05	<0,05	0,002	<0,001			
Polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)								
PAH(16)	mg/kg	51	74	76	1	2		
Naftalen	mg/kg	0,4	0,32	0,72	0,19	0,8	0,1	
Acenaftalen	mg/kg	0,6	0,79	1	<0,08			
Acenaften	mg/kg	<0,2	<0,2	0,32	<0,08			
Fluoren	mg/kg	0,4	0,55	0,68	<0,08	0,6		
Fenantren	mg/kg	4,8	5,9	5,8	0,43		0,1	
Antracen	mg/kg	0,6	0,55	0,76	<0,08			
Fluoranten	mg/kg	7,8	11	11	0,12	0,1		
Pyren	mg/kg	23	37	34	0,16	0,1	0,1	
Benzo(a)antracen	mg/kg	1,4	1,9	1,8	<0,08		0,1	
Crysen	mg/kg	2,2	2,2	4,2	<0,08			
Benzo(b)fluoranten	mg/kg	2,2	3,5	3,9	<0,08		0,1	
Benzo(k)fluoranten	mg/kg	0,4	0,55	1,5	<0,08		0,1	
Benzo(a)pyren	mg/kg	2,4	3,1	3	0,12	0,1	0,1	
Indeno(1,2,3,cd)pyren	mg/kg	0,8	0,95	1,4	<0,08		0,1	
Dibenzo(a,h)antracen	mg/kg	<0,4	<0,2	0,44	<0,08		0,1	
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg	3,4	5,8	5,1	<0,08			
Ftalater								
Dimetylftalat (DMP)	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	3,4			
Dietylftalat (DEP)	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	1,5			
Dibetylftalat (DBP)	mg/kg	3,4	2,6	3,9	1,6			2 ⁴⁾
Benzylbutylftalat (BBP)	mg/kg	1,3	2,8	1,9	<1,0			
Dietylheksylftalat (DEHP)	mg/kg	21	21	29	3,9			
Di n-oktylftalat (DOP)	mg/kg	<1,0	<1,0	<1,0	3,2			
Diisononylftalat (DINP)	mg/kg	57	78					30 ⁴⁾
Diisodecylftalat (DIDP)	mg/kg	<1,0	<1,0					100 ⁴⁾
Fenoler								
4-t-Oktylfenol	µg/kg	33700	27800	19600	49,8			
4-n-Nonylfenol	µg/kg	<5	<5	<5	<5		5700 ⁵⁾	
iso-Nonylfenol	µg/kg	21200	21600	9120	1120		5700 ⁵⁾	300 ⁴⁾

1) Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn. SFT veiledning 99:01a. 1999.

2) Canadian Environmental Quality Guidelines. Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines. 2002.

3) PNEC = Predicted No Effect Concentration.

4) European Commission, Summary Risk Assessment Reports, 2002 og 2003.

5) Verdiene gjelder for sum av nonylfenoler.

Tabell 7. Totalt innhold utvalgte elementer og organiske forbindelser i kunstgressfibre.

Parameter	Enhet	Prøve 3	Prøve 4	SFTs normverdi ¹⁾	Jordbruk Canada ²⁾	PNEC ³⁾
Arsen, As	mg/kg	<3	<3	2	12	
Bly, Pb	mg/kg	<2	<2	60	70	
Kadmium, Cd	mg/kg	<0,1	<0,1	3	1,4	
Kobber, Cu	mg/kg	59	68	100	63	
Krom, Cr	mg/kg	<2	<2	25	64	
Kvikksølv, Hg	mg/kg	<0,03	<0,03	1	6,6	
Nikkel, Ni	mg/kg	<1	<1	50	50	
Sink, Zn	mg/kg	3100	3300	100	200	
Polyklorete bifenyler (PCB)						
PCB(7)	mg/kg	<0,007	<0,007	0,01	0,5	
PCB 28	mg/kg	<0,02	<0,02			
PCB 52	mg/kg	<0,02	<0,02			
PCB 101	mg/kg	<0,02	<0,02			
PCB 118	mg/kg	<0,02	<0,02			
PCB 153	mg/kg	<0,02	<0,02			
PCB 138	mg/kg	<0,02	<0,02			
PCB 180	mg/kg	<0,02	<0,02			
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)						
PAH(16)	mg/kg	<1,0	<2,0	2		
Naftalen	mg/kg	<0,05	<0,1	0,8	0,1	
Acenaftalen	mg/kg	<0,05	<0,1			
Acenaften	mg/kg	<0,05	<0,1			
Fluoren	mg/kg	<0,05	<0,1	0,6		
Fenantren	mg/kg	<0,05	<0,1		0,1	
Antracen	mg/kg	<0,05	<0,1			
Fluoranten	mg/kg	<0,05	<0,1	0,1		
Pyren	mg/kg	<0,05	<0,1	0,1	0,1	
Benzo(a)antracen	mg/kg	<0,05	<0,1		0,1	
Crysen	mg/kg	<0,05	<0,1			
Benzo(b)fluoranten	mg/kg	<0,05	<0,1		0,1	
Benzo(k)fluoranten	mg/kg	<0,05	<0,1		0,1	
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	<0,1	0,1	0,1	
Indeno(1,2,3,cd)pyren	mg/kg	<0,05	<0,1		0,1	
Dibenzo(a,h)antracen	mg/kg	<0,05	<0,1		0,1	
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg	<0,05	<0,1			
Ftalater						
Dimetylftalat (DMP)	mg/kg	<1,0	1,2			
Dietylftalat (DEP)	mg/kg	<1,0	<1,0			
Dibetylftalat (DBP)	mg/kg	<1,0	1			2 ⁴⁾
Benzylbutylftalat (BBP)	mg/kg	<1,0	<1,0			
Dietylheksylftalat (DEHP)	mg/kg	1,7	8			
Di n-oktylftalat (DOP)	mg/kg	<1,0	<1,0			
Diisononylftalat (DINP)	mg/kg	<1,0	5,5			30 ⁴⁾
Diisodecylftalat (DIDP)	mg/kg	<1,0	<1,0			100 ⁴⁾
Fenoler						
4-t-Oktylfenol	µg/kg	<5	36,4			
4-n-Nonylfenol	µg/kg	<5	<5		5700 ⁵⁾	
iso-Nonylfenol	µg/kg	<50	213		5700 ⁵⁾	300 ⁴⁾

1) Veiledning om risikovurdering av forurenset grunn. SFT veiledning 99:01a. 1999.

2) Canadian Environmental Quality Guidelines. Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines. 2002.

3) PNEC = Predicted No Effect Concentration.

4) European Commission, Summary Risk Assessment Reports, 2002 og 2003.

5) Verdiene gjelder for sum av nonylfenoler.

4.2 Utlekking

4.2.1 Utlekking av elementer fra kunstgressfiber og gummigranulat

Tabell 8 viser resultat av utlekking av Zn og Cr fra kunstgressfibre og gummigranulater.

Tabell 8. Utlekking av Zn og Cr fra kunstgressfibre og gummigranulater.

Prøvetype	Prøve nr	Utlekkingsvæske				
		Temperatur [°C]	pH	Konduktivitet [µS/cm]	Zn [µg/l]	Cr [µg/l]
Granulat	1	27,0	7,69	77,4	2290	-
Granulat	2	26,0	7,80	34,4	1220	-
Granulat	5	27,8	7,54	35,1	590	-
Granulat	6	27,7	11,36	1276	80	<2
Fiber	3	27,2	7,12	28,4	1000	-
Fiber	4	27,3	6,95	69,5	860	-

4.2.2 Utlekking av organiske forbindelser fra gummigranulat

Tabell 9 og 10 viser resultat av utlekking av organiske forbindelser fra gummigranulat.

Tabell 9. Utlekking av organiske forbindelser fra gummigranulater.

Parameter	Enhet	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 5	Prøve 6	Drikkevann Norge ¹⁾	SFT tilstandskl. I ²⁾	SFT tilstandskl. V ²⁾
pH		7,7	7,7	7,9	11,6	6,5-9,5	>6,5	<5
Konduktivitet	µS/cm	85,6	38,3	37,6	1390	2500		
Temperatur	°C	28,0	28,4	24,6	24,6			
Totalt organisk karbon (TOC)	mg/L	57	35	35	170	5	<2,5	>15
Løselig organisk karbon (DOC)	mg/L	56	34	34	170			
Turbiditet	FTU	2,1	3,2	2,3	1,0	4	<0,5	>5
Suspendert stoff	mg/L	2,9	2,7	2,7	1,3		<1,5	>10

1) Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften), 2004

2) SFT, Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann, veiledning 97:04, 1997. Tilstandsklasse for næringssalter, organisk stoff, pH, partikler og bakterier. Tilstandsklasse I: Meget god. Tilstandsklasse V: Meget dårlig.

Tabell 10. Utlekking av organiske forbindelser fra gummigranulater.

Parameter	Enhet	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 5	Drikkevann Norge ¹⁾	Ferskvann Canada ²⁾	PNEC ³⁾
Polyklorerte bifenyler (PCB)							
PCB(7)	µg/L			<0,01		0,0001	
PCB 28	µg/L			<0,01			
PCB 52	µg/L			<0,01			
PCB 101	µg/L			<0,01			
PCB 118	µg/L			<0,01			
PCB 153	µg/L			<0,01			
PCB 138	µg/L			<0,01			
PCB 180	µg/L			<0,01			
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)							
Sum PAH(16)	µg/L	0,87	0,44				
Sum PAH(4) ⁴⁾	µg/L	<0,01	<0,01		0,1		
Naftalen	µg/L	0,15	<0,01			1,1	
Acenaftylen	µg/L	0,27	<0,01				
Acenaften	µg/L	0,03	0,02			5,8	
Fluoren	µg/L	0,04	0,04			3,0	
Fenantren	µg/L	0,16	0,17			0,4	
Antracen	µg/L	0,03	0,03			0,012	
Fluoranten	µg/L	0,06	0,06			0,04	
Pyren	µg/L	0,13	0,12			0,025	
Benzo(a)antracen	µg/L	<0,01	<0,01			0,018	
Crysen	µg/L	<0,01	<0,01				
Benzo(b)fluoranten	µg/L	<0,01	<0,01				
Benzo(k)fluoranten	µg/L	<0,01	<0,01			0,015	
Benzo(a)pyren	µg/L	<0,01	<0,01				
Indeno(1,2,3,cd)pyren	µg/L	<0,01	<0,01				
Dibenzo(a,h)antracen	µg/L	<0,01	<0,01				
Benzo(g,h,i)perylene	µg/L	<0,01	<0,01				
Ftalater							
Dimetylfталat (DMP)	µg/L	0,6	1,6				
Dietylfталat (DEP)	µg/L	6,6	8,3				
Dibutyfталat (DBP)	µg/L	3,3	2,1			19	10
Benzylbutyfталat (BBP)	µg/L	<0,1	0,3				
Dietylheksyfталat (DEHP)	µg/L	5,1	5,6			16	
Di n-oktylfталat (DOP)	µg/L	2,9	4,4				
Diisononylfталat (DINP)	µg/L	2,7	2,2				Ingen effekt
Diisodecylfталat (DIDP)	µg/L	<1,0	1,0				Ingen effekt
Fenoler							
4-t-Oktylfenol	ng/L	3600	2950				
4-n-Nonylfenol	ng/L	43	<20			1000 ⁵⁾	330 ⁵⁾
iso-Nonylfenol	ng/L	1120	568			1000 ⁵⁾	330 ⁵⁾

1) Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften), 2004

2) Canadian Environmental Quality Guidelines. Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines. 2002.

3) PNEC = Predicted No Effect Concentration. Verdiene er hentet fra European Commission, Summary Risk Assessment Report, 2003 og 2004.

4) Sum av konsentrasjonene til benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(ghi)perylene og indeno(1,2,3-cd)pyren.

5) Grenseverdi gjelder sum nonylfenoler.

6) Water Quality Criteria for Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Technical appendix. Ministry of Environment, Land and Parks Province of British Columbia. Canada. 1992.

4.3 Avgassing av flyktige organiske forbindelser

Resultatene fra avgassingsforsøket er vist i tabell 11.

Tabell 11. Avgassingsforsøk - gummigranulater.

Parameter	Enhet	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 5	Prøve 6
Alkylerte benzener					
Toluen	µg/kg	80	56	28	9
Etylbenzen	µg/kg	18	12	7,8	<5
Propylbenzen	µg/kg	15	<0,8	8,8	<5
iso-Propylbenzen	µg/kg	0,7	12	<5	<5
n-Butylbenzen	µg/kg	31	21	28	<5
m/p-Xylen	µg/kg	37	28	25	<5
o-Xylen	µg/kg	35	24	20	<5
p-Isopropyltoluen	µg/kg	23	8,6	17	<5
1,2-4-Trimetylbenzen	µg/kg	102	83	100	9,4
1,3,5-Trimetylbenzen	µg/kg	23	18	19	<5
Klorerte forbindelser					
Triklormetan	µg/kg	8	-	<5	<5
cis-1,2-Dikloreten	µg/kg	<5	<5	32	10

5 Vurdering

5.1 Totalanalyse og utlekking

Det er utført en forenklet risikovurdering av gummigranulatene og kunstgressfibrene. I en forenklet risikovurdering sammenliknes totalinnholdet av miljøskadelige forbindelser i kildematerialet med SFTs normverdier for mest følsom arealbruk. Mest følsom arealbruk er arealer tiltenkt boliger, hager, barnehager, skoler o.l.

SFTs liste over normverdier for mest følsom arealbruk inneholder ikke verdier for ftalater eller fenoler. I stedet er det til sammenlikning brukt verdier for fenoler hentet fra "Canadian Environmental Quality Guidelines - Agricultural Soil". PNEC-verdier (Predicted No Effect Concentration) for enkelte ftalater er hentet fra EUs program for risikovurdering.

Dersom normverdien ikke overskrides, anses kildematerialet å ha et akseptabelt innhold av den miljøskadelige forbindelsen. Der totalinnholdet av en forbindelse overskrider normverdier for mest følsom arealbruk er det gjort en utvidet vurdering. Den utvidete vurderingen er basert på utlekkingsforsøk. Vurdering av vannkvalitet er avhengig av hvordan vannet skal brukes. Grenseverdiene for drikkevann beregnet på mennesker kan til dels adskille seg sterkt fra de grenseverdiene som anses akseptable for vannlevende organismer. Ved vurdering av utlekkingsforsøket er det valgt å sammenlikne innholdet av den aktuelle forbindelsen med grenseverdier for innholdet av den samme forbindelsen både i drikkevann og ferskvann. Grenseverdiene er hentet fra Drikkevannsforskriften, SFTs tilstandsklasse I-V og Canadas grenseverdier for miljøskadelige forbindelser i drikkevann og ferskvann.

For utlekkingsforsøkene er det forbindelsenes mobilitet beregnet, dels som % mobilisert forbindelse og dels som K_d -forhold. Mobiliteten uttrykker i hvilken grad en forbindelse overføres fra granulater eller fiber og over i utlekkingsvannet. Prosent mobilisert forbindelse gir et mål på hvor mye av totalinnholdet i granulatet eller fiberet som ble løst i vannet. K_d -forholdet kan sees på det antall liter ekstraksjonsvann som inneholder den samme mengde av en forbindelse som man finner av forbindelsen i 1 kg granulater eller fiber. Et høyt K_d -forhold indikerer lav mobilitet og omvendt.

5.1.1 Vurdering av kunstgressfibrene

Totalanalysen viser at det er liten forskjell på de to kunstgressfibertypene med hensyn på innhold av arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, sink, PCB og PAH, se tabell 7. Prøve 4 inneholder noe mer ftalater og fenoler enn prøve 3.

Det ble påvist kobber og sink i begge kunstgressfibrene. Et eventuelt innhold av arsen, bly, kadmium, krom, kvikksølv, nikkel, PCB eller PAH ligger under analysemetodens deteksjonsgrense. Begge kunstgressfibertypene holder seg under SFTs normverdier for bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, PCB og PAH.

Begge kunstgressfibrene overskrider SFTs normverdi for sink. Det ble derfor foretatt et utlekkingsforsøk med den hensikt å bestemme i hvilken grad sink løses ut av kunstgressfibret. Drikkevannsforskriften angir ikke noen grenseverdi for innhold av sink i drikkevann. Innholdet av sink i utlekkingsvannet fra begge fibrene ligger over SFTs grenseverdi for sink i vann med tilstandsklasse V (meget sterkt forurenset), men lavere enn tillatt sinkinnhold i kanadisk drikkevann (=5 mg/l).

Innholdet av arsen i kunstgressfibrene er mindre enn 3 mg/kg, mens SFTs normverdi for mest følsom arealbruk er 2 mg/kg. Dataene gir derfor ikke grunnlag for å avgjøre om SFTs normverdi for arsen er overskredet, men en eventuell overskridelse vil i så fall være liten.

I prøve 4 ble det påvist 4-t-oktylfenol og iso-nonylfenol. Et eventuelt innhold av oktylfenol eller nonylfenol i prøve 3 ligger under analysemetodens deteksjonsgrense. Innholdet av nonylfenoler i kunstgressfibrene ligger både under grenseverdiene angitt i "Canadian Environmental Quality Guidelines" og PNEC-verdien. Ingen grenseverdidata er funnet for oktylfenol.

Det ble påvist DEHP i prøve 3 og 4. Prøve 4 inneholder fire ganger så mye DEHP som prøve 3. Prøve 4 inneholdt i tillegg DMP og DINP. Mengden av DBP, DINP og DIDP i begge kunstgressfibrene ligger under PNEC-verdiene for terrestrisk liv. Det er ikke funnet noen grenseverdier for de resterende ftalaterne i jord, men det er verdt å merke seg at DMP står på miljøvernmyndighetenes OBS-liste fordi den har reproduksjonsskadelige egenskaper. DEHP har i tillegg høyt potensiale for bioakkumulering og høy akutt giftighet.

Målt pH i utlekkingsvannet fra kunstgressfibrene ligger innenfor det intervall som er angitt i Drikkevannsforskriften (6,5-9,5). Målt konduktivitet i utlekkingsvannet overholder også Drikkevannsforskriftens grenseverdi (2500 μ S/cm).

5.1.2 Vurdering av gummigranulatene

5.1.2.1 Gummigranulater basert på resirkulert gummi

Prøve 1, 2 og 5 er gummigranulater basert på resirkulert gummi. Prøve 2 og 5 er henholdsvis en finkornet og en grovkornet gummitype fra samme produsent.

Prøve 1 og prøve 2 skiller seg lite fra hverandre med hensyn på totalinnhold av miljøgifter. Prøve 5 inneholder mer enn dobbelt så mye kobber og sink som prøve 1 og 2. I tillegg inneholder prøve 5 PCB. PCB ble ikke påvist i prøve 1 og 2. Forskjellene mellom prøve 2 og prøve 5, som begge er fra samme produsent, viser at produktene fra en produsent kan variere betydelig. Samtidig kan produktene fra to ulike produsenter vise stor likhet med hensyn på innhold av miljøgifter, slik tilfellet er for prøve 1 sammenliknet med prøve 2.

Det ble påvist bly, kadmium, kobber, sink, PAH, ftalater og fenoler i alle gummigranulatene basert på resirkulert gummi. Prøve 1 og 2 inneholdt dessuten noe kvikksølv, mens det ble påvist PCB i prøve 5.

De resirkulerte gummigranulattypene holder seg under SFTs normverdier for bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv og nikkel. Innholdet av arsen i prøve 5 ligger også under SFTs normverdier. Innholdet av arsen i prøve 1 og 2 er mindre enn 3 mg/kg, mens SFTs normverdi for mest følsom arealbruk er 2 mg/kg. Dataene gir derfor ikke grunnlag for å avgjøre om SFTs normverdi for arsen er overskredet, men en eventuell overskridelse vil i så fall være liten. Tilsvarende viser totalanalysen at innholdet av PCB i prøve 1 og 2 er mindre enn 0,175 mg/kg. SFTs normverdi for mest følsomt arealbruk er 0,01 mg/kg. Det er dermed vanskelig å avgjøre om normverdiene for PCB overskrides for prøve 1 og 2.

Totalinnholdet av sink overskrider SFTs normverdi for de resirkulerte gummigranulatene. Utlekkingsforsøket viser at sink overføres fra granulatet til vann. Sinkverdiene ligger over SFTs grenseverdi for sink i vann med tilstandsklasse V (meget sterkt forurenset), men lavere enn tillatt sinkinnhold i kanadisk drikkevann (=5 mg/l).

Innholdet av PCB i prøve 5 overskrider SFTs normverdier. Utlekkingsforsøket viser at PCB i liten grad overføres til vannfasen. PCB er i utgangspunktet lite løselig i vann.

Totalinnholdet av PAH overskrider SFTs normverdi for alle tre resirkulerte gummigranulater. Også utlekkingsvannet fra prøve 1 og 2 inneholdt PAH. Det ble ikke utført utlekkingsforsøk på prøve 5. Det ble funnet <0,01 µg/L hver av benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, indeno(1,2,3,cd)pyren, benzo(g,h,i)perylene eller benzo(a)pyren. Utlekkingsvannet kan dermed sies å overholde kravene i Drikkevannsforskriften, idet Drikkevannsforskriften kun angir verdier for benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, indeno(1,2,3,cd)pyren, benzo(g,h,i)perylene og benzo(a)pyren. Verken Drikkevannsforskriften eller SFTs tilstandsklasser gir grenseverdier for de resterende PAH-forbindelsene som ble funnet i utlekkingsvannet. Det er derfor valgt å gjøre en sammenlikning med grenseverdiene for ferskvann i Canada. Verdiene for antracen, fluoranten og pyren i utlekkingsvannet fra prøve 1 og 2 overskrider grenseverdiene for ferskvann i Canada, mens innholdet av naftalen, acenaften, fluoren og fenantren ligger lavere. Det er ikke funnet grenseverdidata for acenaftylene.

Det ble påvist DBP, BBP og DEHP i alle resirkulerte gummigranulater. I prøve 1 og 2 ble det også påvist DINP. Det ble ikke analysert for DINP og DIDP i prøve 5. Et eventuelt innhold av DMP, DEP, DOP eller DIDP ligger under deteksjonsgrensen for analysemetoden. SFT angir ikke noen normverdier for ftalater i jord, det er derfor valgt å gjøre sammenlikning med PNEC-verdier der disse finnes. Totalmengden av DBP og DINP i begge gummigranulatene overskrider PNEC-verdiene for terrestrisk liv. Gummigranulatene inneholder også noe BBP og DEHP. Det er ikke funnet noen grenseverdier for BBP og DEHP, men begge står på miljøvernmyndighetenes OBS-liste fordi de har reproduksjonsfarlige egenskaper, høyt potensiale for bioakkumulering og høy akutt giftighet.

Det ble funnet en del ftalater i utlekkingsvannet, spesielt DEP og DEHP, men også noe DMP, DBP, DOP, DINP og DIDP. Utlekkingsvannets innhold av DBP og DEHP er mindre enn grenseverdiene for ferskvann i Canada. Det er ikke funnet grenseverdier for de resterende ftalaten i vann, men det er verdt å merke seg at DMP står på miljøvernmyndighetenes OBS-liste fordi den har reproduksjonsskadelige egenskaper samt at BBP i tillegg har høyt potensiale for bioakkumulering og høy akutt giftighet. I EUs program for risikovurdering er det konkludert at DINP og DIDP ikke har noen effekt på liv i vann.

Det ble påvist 4-t-oktylfenol og iso-nonylfenol i begge gummigranulatene. Innholdet av nonylfenol ligger over grenseverdiene angitt i "Canadian Environmental Quality Guidelines". Innholdet av nonylfenol i utlekkingsvannet fra prøve 1 overskrider både grenseverdiene for ferskvann i Canada og PNEC-verdien for vann. Innholdet av nonylfenol i utlekkingsvannet fra prøve 2 overskrider PNEC-verdien for vann. Det er ikke funnet grenseverdier for oktylfenol i jord eller vann.

Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) i utlekkingsvannet fra gummigranulatene overskrider drikkevannsforskriftens grenseverdi (5 mg/l). Med hensyn på TOC plasseres utlekkingsvannet i SFTs tilstandsklasse V (meget dårlig). Det høye innholdet av organisk karbon skyldes sannsynligvis små partikkelrester fra gummigranulatene som ikke blir fanget opp av filteret under filtreringen.

Turbiditeten i utlekkingsvannet fra gummigranulatene ligger under verdien angitt i Drikkevannsforskriften for vann ved abonnent (4 FTU), men den tilsvarer SFTs tilstandsklasse IV (dårlig). Mengde suspendert stoff i utlekkingsvannet tilsvarer SFTs tilstandsklasse II (god). Det er ikke angitt noen grenseverdi for suspendert stoff i Drikkevannsforskriften. Målt pH i utlekkingsvannet ligger innenfor det intervall som er angitt i Drikkevannsforskriften (6,5-9,5). Målt konduktivitet i utlekkingsvannet overholder også Drikkevannsforskriftens grenseverdi (2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

De resirkulerte gummigranulatene gir fra seg en rekke alkylerte benzener i gassform. I tillegg ble det funnet triklormetan (prøve 1) og cis-1,2-dikloreten (prøve 5). Noen av disse forbindelsene er regulert gjennom "Administrative normer for forurensning av arbeidsatmosfære", se tabell 12. Normen angir høyeste akseptable gjennomsnittskonsentrasjon over 8 timer.

Det ligger utenfor prosjektets rammer å relatere avgassingsforsøkets resultater til faktiske luftkonsentrasjoner over en kunstgressbane. Det anbefales at det gjøres målinger av luftkvalitet over anlegg for å fastslå om kvaliteten er tilfredstillende.

Tabell 12. Utdrag fra "Administrative normer for forurensning av arbeidsatmosfære". Normen angir høyeste akseptable gjennomsnittskonsentrasjon i luft over en 8-timers periode.

Forbindelse	Luftkonsentrasjon [mg/m^3]	Anmerkning
Alkylerte benzener		
Etylbenzen	20	Tas opp gjennom huden. Kreftfremkallende.
Trimetylbenzen (alle isomere)	100	
m-Xylen	108	Tas opp gjennom huden.
p-Xylen	108	Tas opp gjennom huden.
o-Xylen	108	Tas opp gjennom huden.
Klorerte forbindelser		
1,2-Dikloreten (blanding av cis- og trans-formen)	395	
Triklormetan	10	Tas opp gjennom huden. Kreftfremkallende. Reproduksjonsskadelig.

5.1.2.2 Mobilitet av metaller og organiske forbindelser i gummigranulater

Tabell 13 viser beregnet mobilitet for forbindelsene i utlekkingsforsøket. Sink viser en høy mobilitet, men det er allikevel bare en liten andel av det totale sinkinnholdet som har lekket ut. De organiske forbindelsene viser lav mobilitet. Andelen av det totale innholdet av organiske forbindelser som har lekket ut er lav.

Tabell 13. Mobilisering av forbindelsene.

Parameter	Prøve 1		Prøve 2		Prøve 5		Prøve 6	
	% mobilisert	K _d [l/kg]	% mobilisert	K _d [l/kg]	% mobilisert	K _d [l/kg]	% mobilisert	K _d [l/kg]
Krom, Cr	-	-	-	-	-	-	< 0,0004	>2600
Sink, Zn	0,31	3	0,17	6	0,03	29	0,01	119
Polyklorerte bifenyler (PCB)								
PCB (7)	-	-	-	-	<0,005	-	-	-
PCB 28	-	-	-	-	<0,009	-	-	-
PCB 52	-	-	-	-	<0,014	-	-	-
PCB 101	-	-	-	-	<0,5	-	-	-
PCB 118	-	-	-	-	<1	-	-	-
PCB 153	-	-	-	-	<0,3	-	-	-
PCB 138	-	-	-	-	<0,1	-	-	-
PCB 180	-	-	-	-	<0,5	-	-	-
Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)								
PAH (16)	0,002	58621	0,001	168182	-	-	-	-
Naftalen	0,038	2667	<0,0031	>32000	-	-	-	-
Acenaftylen	0,045	2222	<0,0013	>79000	-	-	-	-
Acenaften	-	< 6667	-	< 10000	-	-	-	-
Fluoren	0,010	10000	0,007	13750	-	-	-	-
Fenantren	0,003	30000	0,003	34706	-	-	-	-
Antracen	0,005	20000	0,005	18333	-	-	-	-
Fluoranten	0,001	130000	0,001	183333	-	-	-	-
Pyren	0,001	176923	0,000	308333	-	-	-	-
Benzo(a)antracen	<0,0007	>140000	<0,0005	>190000	-	-	-	-
Crysen	<0,0005	>220000	<0,0005	>220000	-	-	-	-
Benzo(b)fluoranten	<0,0005	>220000	<0,0003	>350000	-	-	-	-
Benzo(k)fluoranten	<0,0025	>40000	<0,0018	>55000	-	-	-	-
Benzo(a)pyren	<0,0004	>240000	<0,0003	>310000	-	-	-	-
Indeno(1,2,3,cd)pyren	<0,0013	>80000	<0,0011	>95000	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antracen	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perylene	<0,0003	>340000	<0,0002	>580000	-	-	-	-
Ftalater								
Dimetylfталat (DMP)	-	<1667	-	<625	-	-	-	-
Dietylfталat (DEP)	-	<152	-	<120	-	-	-	-
Dibutyfталat (DBP)	0,097	1030	0,081	1238	-	-	-	-
Benzylbutyfталat (BBP)	<0,008	>13000	0,011	9333	-	-	-	-
Dietylheksyfталat (DEHP)	0,024	4118	0,027	3750	-	-	-	-
Di n-oktyfталat (DOP)	-	<345	-	<227	-	-	-	-
Diisononyfталat (DINP)	0,005	21111	0,003	35455	-	-	-	-
Diisodecylfталat (DIDP)	-	-	-	-	-	-	-	-
Fenoler								
4-t-Oktylfenol	0,011	9361	0,011	9424	-	-	-	-
4-n-Nonylfenol	-	<116	-	-	-	-	-	-
iso-Nonylfenol	0,005	18929	0,003	38028	-	-	-	-

5.1.2.3 Sammenlikning av resirkulert gummigranulat og EPDM gummigranulat

EPDM-gummien (prøve 6) inneholder mer krom enn de resirkulerte gummitypene. Sinkinnholdet i EPDM-gummien ligger på samme nivå som i de resirkulerte gummitypene, mens innholdet av PAH, ftalater og fenoler er lavere. Det ble ikke påvist PCB i EPDM-gummien.

Innholdet av krom og sink i EPDM-gummien overskrider SFTs normverdier for mest følsomt arealbruk. Innholdet av sink i utlekkingsvannet tilsvarer SFTs utlekkingsklasse IV (sterkt forurenset). Innholdet av krom i utlekkingsvannet ligger under Drikkevannsforskriftens krav og tilsvarer SFT tilstandsklasse II (moderat forurenset).

Utlekkingsvannet fra EPDM-gummien har betydelig høyere pH og konduktivitet enn utlekkingsvannet fra de resirkulerte gummiene. Målt pH er høyere enn det som er anbefalte for drikkevann i Norge. Konduktiviteten overholder Drikkevannsforskriftens grenseverdi.

Mobiliteten av sink er noe lavere enn for de resirkulerte gummiene.

EPDM-gummien avgir mindre mengde flyktige organiske forbindelser enn de resirkulerte gummitypene.

Med unntak av krom og sink inneholder EPDM-gummien totalt sett mindre miljøfarlige stoffer enn de resirkulerte gummitypene.

5.1.3 Sammenlikning av gummigranulater og kunstgressfibre

Per kvadratmeter kunstgressmatte er det ca. 0,8 kg kunstgressfiber og 17-18 kg gummigranulat. Kunstgressfiber-gummigranulatforholdet blir dermed ca. 0,05 kg fiber/kg granulat. Da det målte innholdet av miljøgifter (med unntak av kobber) i kunstgressfibre er lavere enn i gummigranulatene, og kunstgressfibre uansett utgjør en mye mindre masseandel av kunstgresssystemet enn gummigranulatet, foreslås det at videre undersøkelser konsentrerer seg om gummigranulatene.

6 Konklusjon

6.1 Kunstgressfiber

Totalanalysen viser at kunstgressfibre inneholder kobber, sink, enkelte ftalater, 4-t-oktylfenol og iso-nonyl-fenol. Innholdet av sink overskrider SFTs normverdier for mest følsom arealbruk for begge fibertypene. De to fibertypene skiller seg lite fra hverandre.

Totalinnholdet av kobber i kunstgressfibre ligger under SFTs normverdier for mest følsomt arealbruk og utgjør sannsynligvis ikke noen uakseptabel miljørisiko verken på kort eller lang sikt.

Utlekkingsvannet fra fibre inneholdt sink. Innholdet er høyere enn SFTs grenseverdi for sink i vann med tilstandsklasse V (meget sterkt forurenset vann), men lavere enn tillatt sinkinnhold i kanadisk drikkevann.

Da det målte innholdet av miljøgifter (med unntak av kobber) i kunstgressfibre er lavere enn i gummigranulatene, og kunstgressfibre uansett utgjør en mye mindre masseandel av kunstgresssystemet enn gummigranulatet, foreslås det at videre undersøkelser konsentrerer seg om gummigranulatene.

6.2 Gummigranulat

Totalanalysen viser at gummigranulatene basert på resirkulert gummi inneholder bly, kadmium, kobber, kvikksølv, sink, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), enkelte ftalater, 4-t-oktylfenol og iso-nonylfenol. Den kjemiske sammensetningen til produkter fra en produsent kan variere betydelig for enkelte parametre. Samtidig kan produktene fra to ulike produsenter vise stor likhet. En strengere kontroll av gummigranulatene fra produsentens side eventuelt i form av en produktkontrollordning vil kunne gi større homogenitet og forutsigbarhet med hensyn på den kjemiske sammensetningen.

Totalinnholdet av bly, kadmium, kobber og kvikksølv i de resirkulerte gummigranulatene ligger under SFTs normverdier for mest følsomt arealbruk og utgjør sannsynligvis ikke noen uakseptabel miljørisiko verken på kort eller lang sikt.

Totalinnholdet av sink og PAH i de resirkulerte gummigranulatene overskrider SFTs normverdier for mest følsom arealbruk. Innholdet av dibutylftalat (DBP) og diisononylftalat (DINP) overskrider PNEC-verdiene for terrestrisk liv hentet fra EUs program for risikovurdering. Innholdet av isononylfenol ligger over grenseverdiene gitt for dyrket mark i "Canadian Environmental Quality Guidelines".

Utlekkingsvannet fra de resirkulert granulatene inneholdt sink, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), ftalater og fenoler. Innholdet av sink tilsier at utlekkingsvannet plasseres i SFTs tilstandsklasse V (meget sterkt forurenset vann), men er lavere enn tillatt sinkinnhold i kanadisk drikkevann. Innholdet av antracen, fluoranten, pyren og nonylfenoler overskrider grenseverdiene for ferskvann angitt i "Canadian Environmental Quality Guidelines". En utvidet risikovurdering med analyse av mulige spredningsveier og endringer i utlekkingssegenskaper over tid er nødvendig for å avgjøre i hvilken grad innholdet av sink, antracen, fluoranten, pyren, ftalater og nonylfenoler i utlekkingsvannet virkelig er til skade for mennesker og miljø.

De resirkulerte gummigranulatene gir fra seg en rekke alkylerte benzener i gassform. I tillegg ble det funnet triklormetan (prøve 1) og cis-1,2-dikloreten (prøve 5). Det anbefales at det gjøres målinger av luftkvalitet over anlegg for å fastslå om kvaliteten er tilfredstillende.

Med unntak av krom og sink inneholder EPDM-gummien totalt sett mindre miljøfarlige stoffer enn de resirkulerte gummitypene. Den avgir også betydelig mindre mengder flyktige organiske forbindelser.

Oslo, 10.09.04
for Norges byggforskningsinstitutt

Thale Plesser