

APRIL 2012  
KLIMA- OG FORURENSNINGSDIREKTORATET

# INNHOOLD OG SPREDNING AV MILJØGIFTER FRA PRODUKTER FRAMSTILT AV GUMMIGRANULAT

DELRAPPORT 2 AV

POTENSIALET FOR OG OMFANGET AV UTSLIPP AV MILJØGIFTER FRA BRUKSFASEN  
VED GJENVINNINGSFORMER SOM BRUKER GUMMIGRANULAT FRA KASSERTE BILDEKK



# INNHold

1	Innledning	5
2	Hoveddata	7
2.1	Totale mengder av miljøgifter i produktene	7
2.2	Utlekkede mengder	13
2.3	Generell sammensetning av materialer basert på gummigranulat	17
2.4	Innhold av miljøgifter i gummigranulat fra kasserte bildekk og fra nytt gummigranulat	19
2.5	Sink	20
2.6	Mulige modifikasjoner	22
3	Oppsummering av grunnlaget for de presenterte data	23
3.1	Datakilder, dataomfang og -mangler	23
3.2	Grunnlag for estimater	24
3.3	Usikkerhet	35
3.4	Litteratur	35

PROJEKTNR. P-77287-A-1  
 DOKUMENTNR. 77287-2.4  
 VERSION 6  
 UTGIVELSESDATO 17. august 2012  
 UTARBEIDET Lizzi Andersen  
 KONTROLLERET Camilla Østerlie Borgersen  
 GODKJENT Lizzi Andersen

## BILAG

- Bilag A Innholdsstoffer i løs gummigranulat, mg/kg
- Bilag B Innholdsstoffer i fabrikkstøpte materialer, mg/kg
- Bilag C Innholdsstoffer i materialer støpt på stedet, mg/kg
- Bilag D Innholdsstoffer i dekk, mg/kg
- Bilag E Utvasking av miljøgifter fra løs gummigranulat, µg/l
- Bilag F Utvasking av miljøgifter fra fabrikkstøpte materialer, µg/l
- Bilag G Utvasking fra dekk, µg/l
- Bilag H Utvasking fra dekklag under veier, µg/l
- Bilag I Innhold i jord under fallmatter eller granulat, mg/kg

# 1 Innledning

Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) har fått i oppdrag fra Miljøverndepartementet å vurdere miljøkonsekvensene av ulike gjenvinningsformer som benytter gummigranulat fra kasserte bildekk med fokus på utslipp av miljøgifter. Dette oppdraget er satt ut til COWI Danmark med COWI Norge som underleverandør. Denne rapporten er en delrapport til overnevnte oppdrag.

Denne delrapporten skal gi en oppdatert oversikt over innhold av prioriterte miljøgifter i ulike typer gummigranulat, både i bearbeidet granulat (som i støtdempende matter) og ubearbeidet granulat (som i kunstgressbaner). I denne skal det tas hensyn til at det i EU de senere årene er satt strengere krav til enkelte miljøgifter i bildekk. Om mulig, skal oversikten inneholde opplysninger om det er forskjell på innholdet av miljøgifter når gummigranulatet er framstilt av ulike typer dekk (bildekk, dekk fra større kjøretøyer) og fra forskjellige land/i og utenfor EU.

Dersom det kan påvises signifikante forskjeller i sammensetningen, skal enkelte kilder anbefales.

For sammenlikningens skyld, inneholder rapporten også en oversikt over innholdet av og utlekking av miljøgifter i ubrukt gummigranulat.

Basert på estimat for innholdet av miljøgifter i kasserte bildekk og total bruk av de ulike former for granulat laget av kasserte bildekk, skal leveransen inneholde et estimat for årlig utlekking av miljøgifter fra gummigranulat fra alle kjente bruksområder. Det er også foretatt et estimat for utlekkingshastigheten over tid av miljøgifter fra granulat, og fra tilsvarende overflate av støtdempende matter.

Rapporten inneholder også opplysninger om metoder, inkludert modifisering av granulatet eller sortering av granulatet som kan brukes for å hindre at miljøgifter fra granulatet lekker ut til miljøet.

Rapporten baserer seg på informasjon som er innhentet ved litteratursøk i publiserte artikler og rapporter som er gjort tilgjengelige av nasjonale og internasjonale myndigheter.

Ved søk i litteratur er det lagt vekt på om mulig, å fremskaffe opplysninger om forskjell i innhold av miljøgifter mellom ulike dekktyper og forskjellige land. Derfor er det også innhentet opplysninger om lovgivning som fastlegger krav til innhold av miljøgifter i forskjellige dekktyper og forskjellige land. Spesifikt er European Environment Agency, European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production og noen pågående eller akkurat avsluttede EU-prosjekter vedrørende dekk avfall og kunstgress (ECO-Rubber og ECOTURF) kontaktet.

Ytterligere opplysninger er innhentet fra importører og eksportører av gummi-granulat, produsenter og leverandører av materialer framstilt på basis av gummi-granulat og innsamlere av kasserte bildekk i forbindelse med innhentning av opplysninger om mengder.

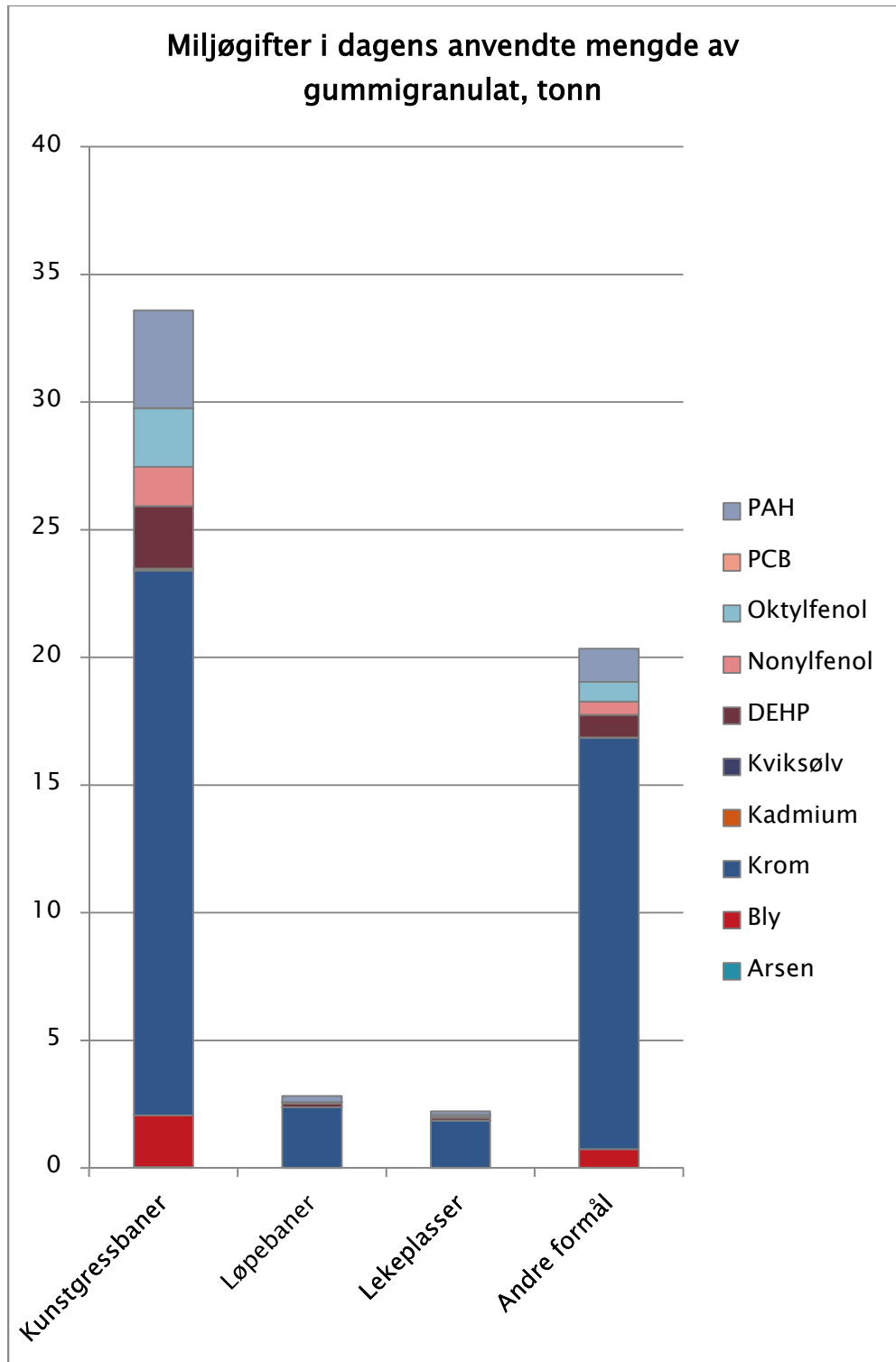
## 2 Hoveddata

### 2.1 Totale mengder av miljøgifter i produktene

De totale estimerte mengder som brukes i dag av relevante miljøgifter<sup>1</sup> i produkter framstilt av gummigranulat fra dekk og ande gummityper er vist i Figur 1 og detaljert i Tabell 1 fordelt på bruksområder. Typiske konsentrasjoner av de enkelte miljøgiftene fremgår av Tabell 12 i avsnitt 3.2.2. Mengdene av gummigranulat brukt til forskjellige formål fremgår av Delrapport 1. Figur 2 og Tabell 2 viser fordelingen på de forskjellige hovedgrupper av typer/ materiale.

---

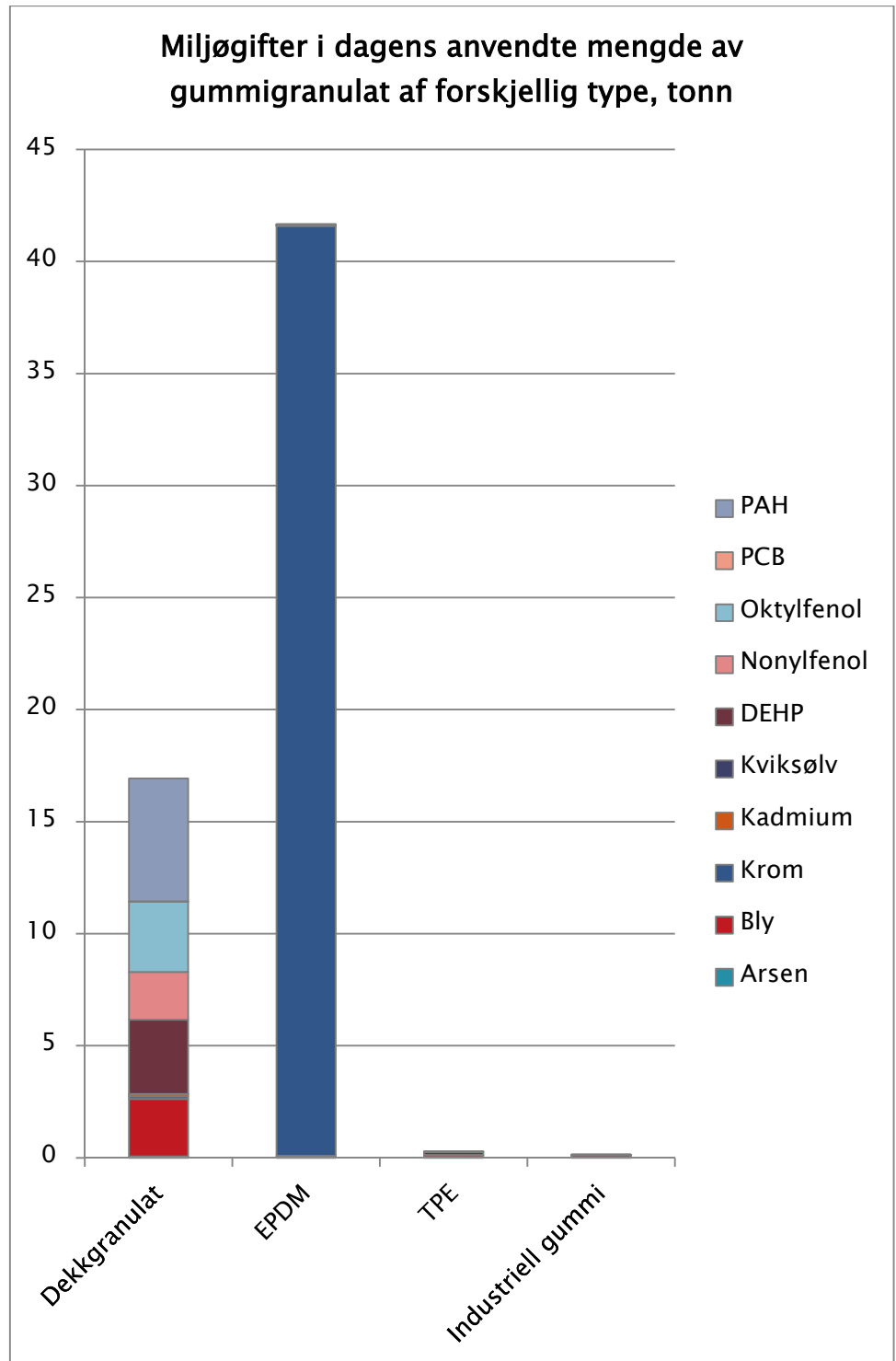
<sup>1</sup> Med miljøgifter menes stoffer på Prioritetslisten



Figur 1 Dagens samlede mengde av miljøgifter i gummigranulat anvendt til forskjellige formål, tonn

Det ses av Figur 2, at miljøgiftinnholdet i EPDM er helt dominert av krom. Her er estimatet basert på resultatet fra én prøve og derfor meget usikkert. Den lave mengde miljøgifter for industriell gummi skyldes det lave bruk av industriell gummi. Der foreligger kun få resultater for alle de nye gummityper.

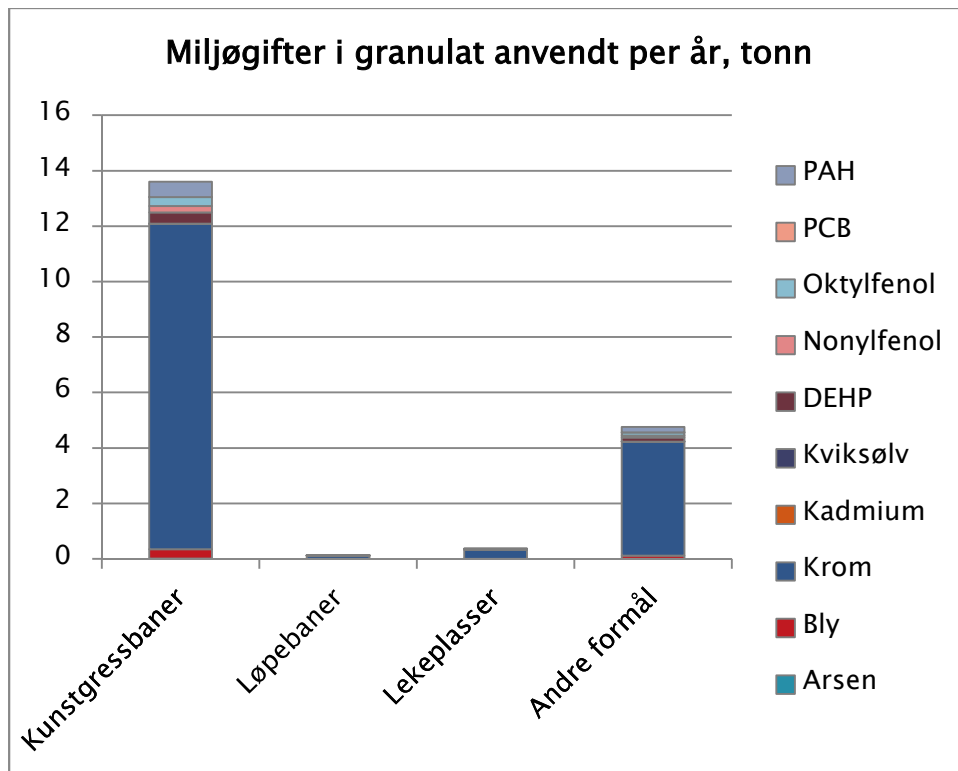




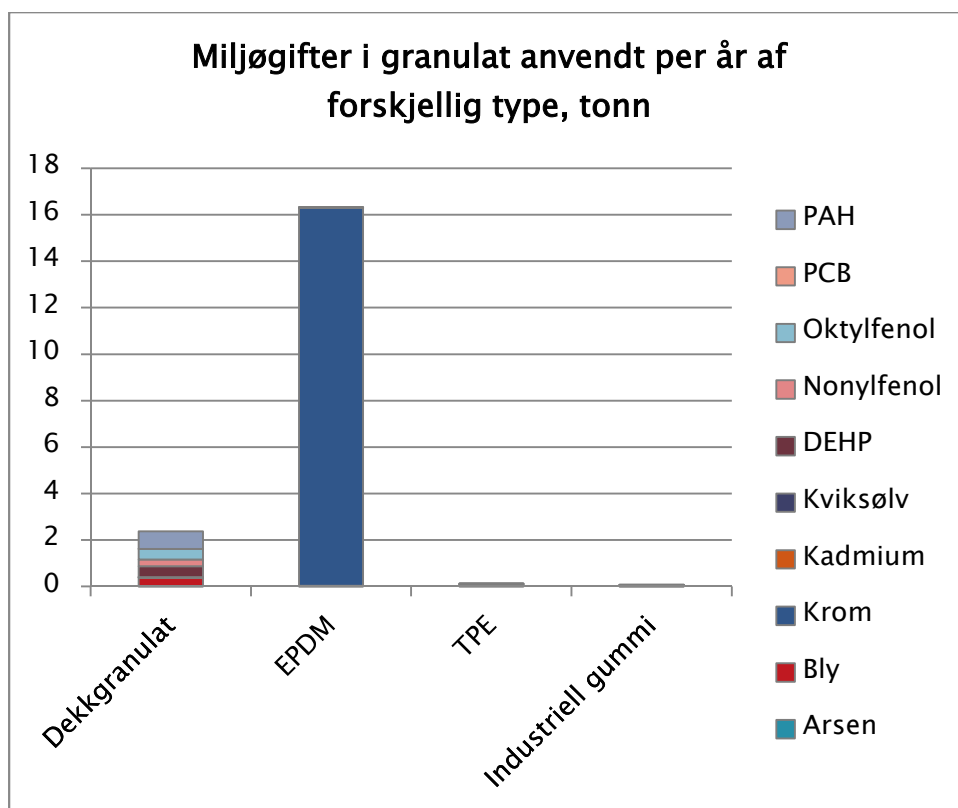
Figur 2 *Estimert totalmengde av miljøgifter i gummigranulat anvendt i dag av forskjellige typer, tonn. NB Kromtallet for EPDM er meget usikkert.*

Figur 3 og Tabell 3 viser de forventede mengder miljøgifter i de gjennomsnittlige mengdene av gummigranulat brukt per år i de neste 10 år fordelt på bruksområdene, mens Figur 4 og

Tabell 4 viser fordelingen på anvendelses typer. Det er i disse mengder tatt hensyn til at det fremover forventes mindre bruk av dekkgranulat og at PAH innholdet i dekkgranulat vil falle. Se kapittel 3 for detaljer.



Figur 3 Estimert mengde av miljøgifter i gummigranulat anvendt til forskjellige formål per år de neste 10 år, tonn



Figur 4 Estimert ytterligere mengde av miljøgifter i anvendt gummigranulat av ulik type per år de neste 10 år, tonn

Også i estimatet for den årlige fremtidige mengde av miljøgifter i anvendt gummi-granulat, dominerer krom. Dette vil neppe være tilfellet, se kommentar til Tabell 4.

*Tabell 1 Dagens samlede mengder miljøgifter i alle anvendte produkter framstilt fra gummigranulat av forskjellig type, kg. Tallene er avrundet.*

	<b>Dekkgranulat</b>	<b>EPDM</b>	<b>TPE</b>	<b>Industriell gummi</b>
Arsen	55	5	2	1
Bly	2600	75	110	30
Kadmium	110	2	1	1
Krom	110	38 000 <sup>2</sup>	4	3
Kvikksølv	4	0,1	0,04	0,03
DEHP	3300	40	130	90
Oktylfenol	3000	0,5	0,2	0,1
Nonylfenol	2100	10	4	3
PCB	12	0,02	0,01	0,01
PAH	5500	25	4	3

*Tabell 2 Dagens samlede mengder miljøgifter i produkter framstilt av gummigranulat anvendt til forskjellige formål, kg. Tallene er avrundet og summene vil derfor ikke nødvendigvis tilsvare de i Tabell 1.*

	<b>Kunstgressbaner</b>	<b>Løpebaner</b>	<b>Fallunderlag</b>	<b>Annet<sup>3</sup></b>
Arsen	45	3	2	15
Bly	2 000	20	15	700
Kadmium	80	3	2	30
Krom <sup>4</sup>	21 000	2 400	1 800	16 000
Kvikksølv	3	0,2	0,2	1
DEHP	2 400	150	110	880
Oktylfenol	2 300	0,3	0,2	800
Nonylfenol	1 500	50	40	500
PCB	8	1	0,5	3
PAH	3 800	250	140	1 300

<sup>2</sup> Denne verdien er meget usikker, da den er basert på én enkelt måling

<sup>3</sup> Dette tallet er meget usikkert. Det er skjønnsmessig satt til ca. 1/3 av summen av de andre kategorier, og sammensetningen er satt tilsvarende som gjennomsnitt for de andre bruksområder.

<sup>4</sup> Det høye nivået for krom henger sammen med det høye nivået registret i EPDM, der det kun er målt for dette i én prøve.

*Tabell 3 Estimerte mengder av miljøgifter i anvendte produkter framstilt av gummi-granulat av ulik type per år de neste 10 år, kg. Tallene er avrundet. I tallet for PAH er det forutsatt at PAH - innholdet i dekk vil minske over tid*

	<b>Dekkgranulat</b>	<b>EPDM</b>	<b>TPE</b>	<b>Industriell gummi</b>
Arsen	8	2	1	1
Bly	350	25	45	15
Kadmium	15	0,7	0,4	0,3
Krom <sup>5</sup>	15	16 000	2	1
Kvikksølv	1	0,03	0,02	0,01
DEHP	450	15	55	40
Oktylfenol	440	0,2	0,1	0,1
Nonylfenol	300	3	2	1
PCB	2	0,007	0,004	0,003
PAH	400	2	1	1

*Tabell 4 Estimerte mengder av miljøgifter i anvendte produkter framstilt av gummi-granulat anvendt til forskjellige formål per år de neste 10 år, kg. Tallene er avrundet og summene vil derfor ikke nødvendigvis tilsvare Tabell 3.*

	<b>Kunstgressbaner</b>	<b>Løpebaner</b>	<b>Fallunderlag</b>	<b>Annet<sup>6</sup></b>
Arsen	8	0,1	0,3	3
Bly	350	0,7	2	120
Kadmium	12	0,08	0,2	4
Krom <sup>7</sup>	11 500	110	350	4000
Kvikksølv	0,5	0,006	0,02	0,2
DEHP	400	4	12	140
Oktylfenol	300	0,01	0,03	115
Nonylfenol	200	1,4	4	80
PCB	1	0,03	0,05	0,4
PAH	300	3	8	100

<sup>5</sup> Det høye nivået for krom henger sammen med det høye nivået registret i EPDM, der det kun er målt for dette i én prøve.

<sup>6</sup> Dette tallet er meget usikkert. Det er skjønnsmessig satt til ca. 1/3 av summen av de andre kategorier, og sammensetningen er satt tilsvarende som for kunstgressbaner.

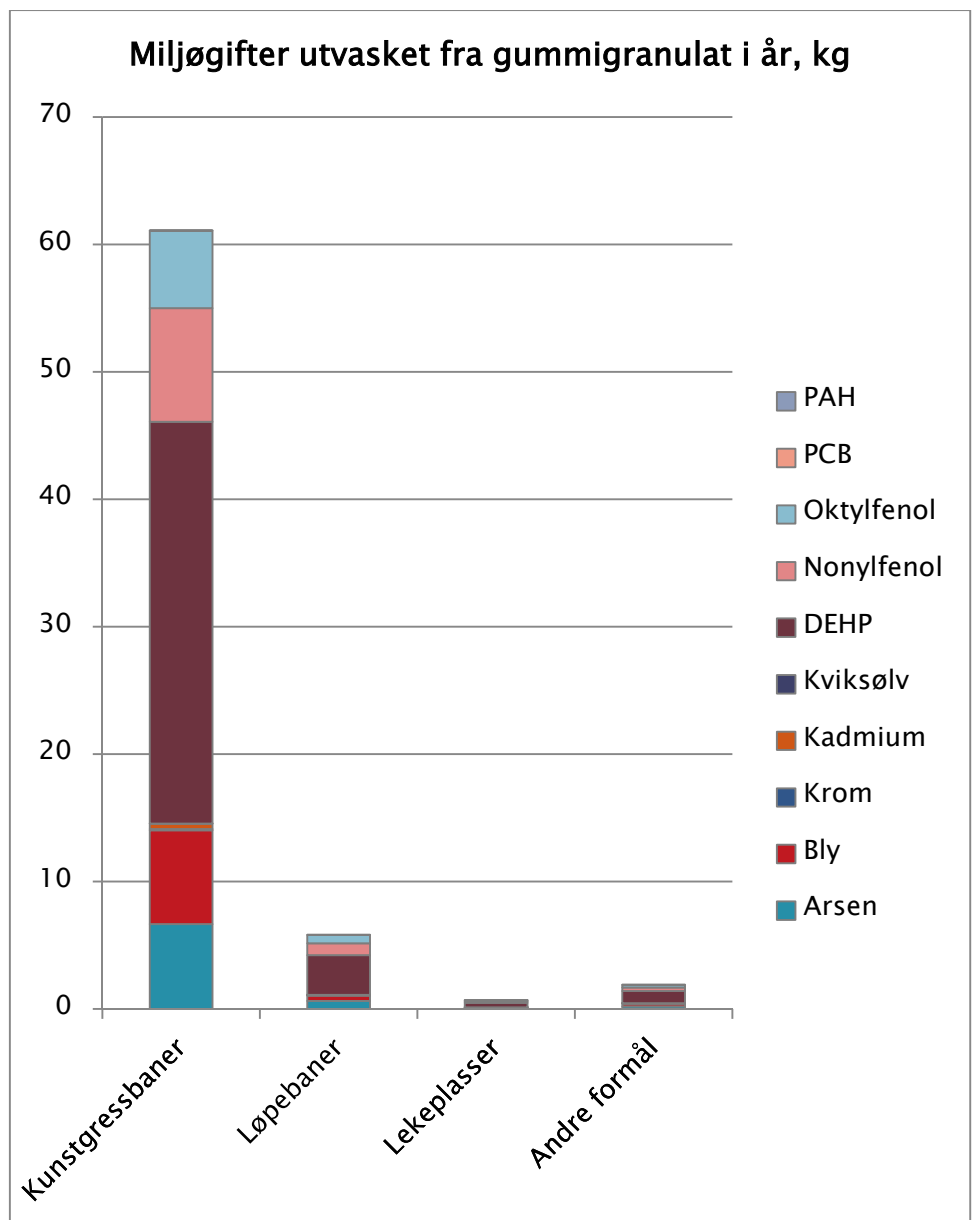
<sup>7</sup> Det høye nivået for krom henger sammen med det høye nivået registrert i EPDM, der det kun er målt for det i én prøve.

## 2.2 Utlekkede mengder

Figur 5 og Figur 6 viser dels den samlede årlige mengden av utvaskede miljøgifter fra ulike bruksområder av gummigranulat (der det er tatt høyde for hvordan de ulike produktene typisk er sammensatt).

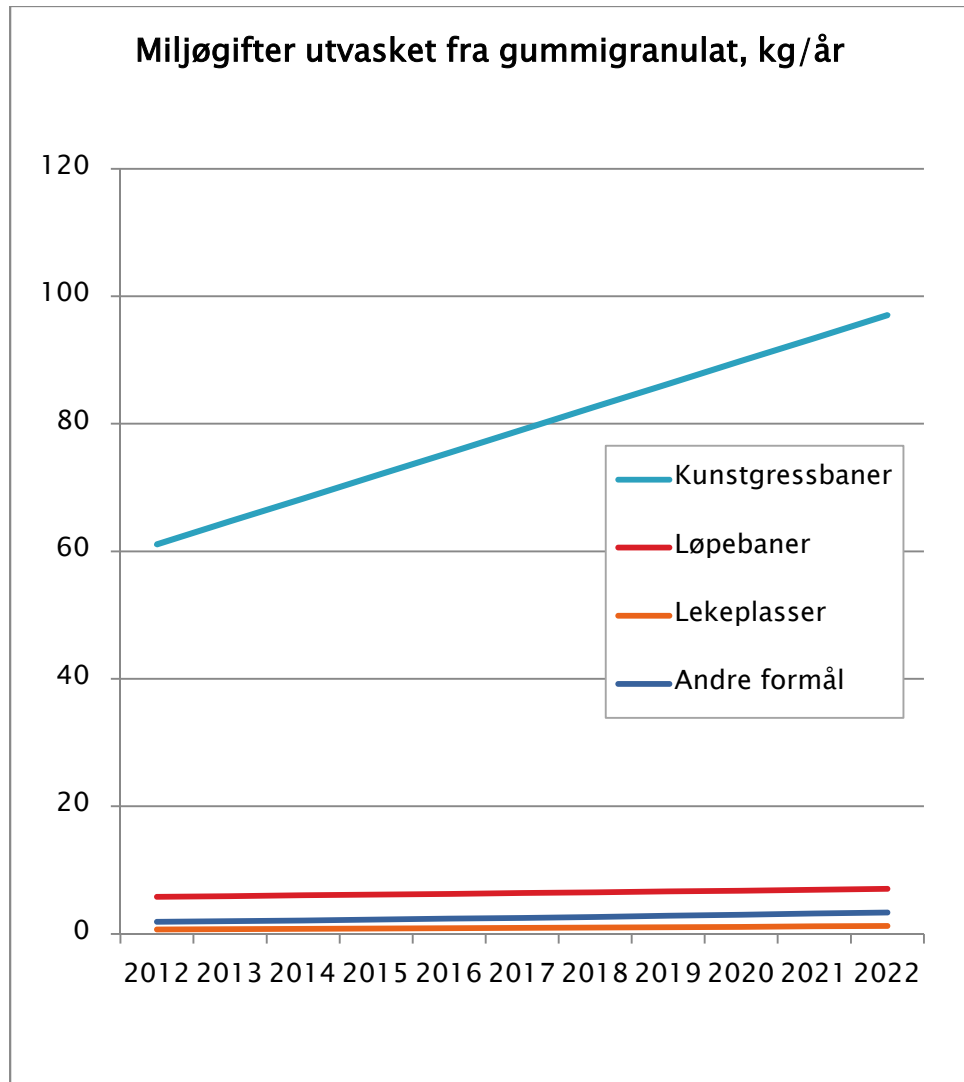
De innsamlede data viser at der i de målte avdampninger fra gummigranulatproduktene ikke finnes stoffer som er registret på Prioritetslisten.

Figurene er laget på basis av beregnede årlige utlekkede mengder gitt i Tabell 5 og Tabell 6.



Figur 5 Beregnede mengder utvasket miljøgifter i år fra bruk av gummigranulat til forskjellige formål

Det ses av Figur 5, at utvaskingen primært omfatter DEHP, arsen, bly og nonyl- og oktylfenol. Det skal bemerkes, at sink utvaskes i meget større mengder, se 2.5



Figur 6 Årlige utvaskede mengder av miljøgifter fra anvendelse av gummigranulat til forskjellige formål, kg/år

På bakgrunn av Tabell 14 og 3.2 er det gitt estimater for de verdiene som anvendes til beregning av de årlig utvaskede mengder. Det er primært tatt utgangspunkt i data fra feltstudier. Der dette ikke foreligger, er data estimert fra laboratorieforsøk eller ut fra sammenhengen mellom innholdskonsentrasjoner og utvaskingskonsentrasjoner fra andre produkter.<sup>8</sup>

Det er brukt en gjennomsnittlig nettonedbør på 800 mm. Dette vil selvfølgelig variere lokalt. Arealene og antallet lokaliteter er kjent fra mengdeberegningene i Delrapport 1, der den fremtidige forventede vekst i antall anlegg er antatt. De utledede mengdene for henholdsvis 2012 og 2022 for de relevante miljøgiftene er vist i Tabell 5 og Tabell 6.

<sup>8</sup> Forholdet mellom de utvaskede mengder av de forskjellige miljøgiftene vil ikke nødvendigvis være lik forholdene for de totale mengdene i granulaten, fordi stoffene utvaskes meget forskjellig avhengig av deres kjemiske egenskaper.

Det bemerkes imidlertid at den utvaskede sinkmengden beregnet på måten beskrevet over, er mindre enn hva en tidligere har beregnet i Norge (Källqvist, 2005) og Holland (Verschooren, 2007). Dette skyldes at det i beregningene er tatt utgangspunkt i data fra utvaskingstest. Som det fremgår av Tabell 14 vil disse verdiene ligge minste en faktor 10 over de verdiene som er sett i feltforsøk. I beregningene er det anvendt en fast konsentrasjon uansett hva som er angitt i 2.4.4, idet granulat på banene vil være av ulik alder, og det må forventes at stigningen i utvasking av sink foregår over en kortere årrekke, hvor konsentrasjonene igjen faller.

Tabell 5 *Estimert mengde utvaskede miljøgifter i 2012 fordelt på forskjellige bruksområder til gummigranulat. Tallene er avrundet, kg/år.*

	Kunstgressbaner	Løpebaner	Lekeplasser	Andre formål
Arsen	6,5	0,6	0,1	0,2
Bly	7	0,4	0,05	0,2
Kadmium	0,4	0,04	0,005	0,01
Krom	0,1	0,01	0,001	0,003
Kvikksølv	0,01	0,001	0,0001	0,0003
DEHP	30	3	0,4	1,0
Oktylfenol	6	0,6	0,1	0,2
Nonylfenol	9	1	0,1	0,3
PCB	≈0	≈0	≈0	≈0
PAH	0,001	0,0001	0,00001	0,00004

Tabell 6 *Estimert mengde utvaskede miljøgifter i 2022 fordelt på ulike bruksområder til gummigranulat. Tallene er avrundet, kg/år.*

	Kunstgressbaner	Løpebaner	Lekeplasser	Andre formål
Arsen	11	0,8	0,1	0,4
Bly	12	0,5	0,1	0,4
Kadmium	0,7	0,1	0,01	0,02
Krom	0,2	0,01	0,002	0,005
Kvikksølv	0,02	0,001	0,0002	0,0005
DEHP	50	4	0,6	2
Oktylfenol	10	0,8	0,2	0,3
Nonylfenol	14	1	0,2	0,5
PCB	≈0	≈0	≈0	≈0
PAH	0,002	0,0002	0,00002	0,00007

Utover de utlekkede mengdene forsvinner det også miljøgifter fra bruken av produktene på grunn av svinn av granulat fra fotballbanene og slitasje av toppsjiktet på løpebaner og fallunderlag.

I forbindelse med svinn fra banene, som nærmere beskrevet i Delrapport 1, vil ca. 5 % av den totale mengde granulat på en fotballbane forsvinne ut i miljøet eller leveres til avfallsbehandling per år. En del av dette vil komme med fotballklær og sko hjem, og derfra i vaskemaskinavløp. Derfra vil det gå til renseanleggene og sannsynligvis primært i ristgods<sup>9</sup> og slam. I forbindelse med rensningen vil det skje en viss avgivelse av miljøgifter til vannet som vil gå til resipient. Hvor stor den endelige konsentrasjon vil være, er avhengig av hvor store mengder annet spillvann anlegget behandler og hva det inneholder.

En del av granulat som bringes hjem vil havne i støvsugeren og derfra i avfallet. Det er ikke umiddelbart mulig å estimere hvor stor del av denne mengden granulat som reelt vil påvirke miljøet.

En annen del vil gå som granulat i dreneringen. Påvirkningen herfra vil utgjøre en del av den konsentrasjon som er registrert i dreensvann fra fotballbaner, se Tabell 14 og Bilag E.

Fra løpebaner og fallunderlag vil det også være en viss slitasje av toppsjiktet, der som regel består av EPDM. Dette svinnet antas å utgjøre ca. 1 % av den delen av løpebanen eller fallunderlaget som utgjøres av EPDM.

På bakgrunn av de forutsetninger som er beskrevet i 3.2.3, estimeres dette svinnet som angitt i Tabell 7.

*Tabell 7 Mengde av miljøgifter per år i svinn fra fotballbaner og slitasje fra toppsjiktet på løpebaner og fallunderlag, kg. Tallene er avrundede*

Arsen	3
Bly	120
Kadmium	4
Krom <sup>10</sup>	4000
Kviksølv	0,2
DEHP	140
Oktylfenol	120
Nonylfenol	80
PCB	0,4
PAH	200

<sup>9</sup> Som forbrennes eller deponeres.

<sup>10</sup> Merk at den store mengden krom er basert på en enkelt analyse av EPDM, meget usikker.



## 2.3 Generell sammensetning av materialer basert på gummigranulat

### 2.3.1 Kunstgressbaner

#### Kunstgressbaner

Kunstgressbaner består av plastfibre (PE eller PE/PP copolymer<sup>11</sup>) festet til en teppebunn av polypropylen eller polyester. Denne er coated med bindemiddel (av f.eks. styren butadien lateks) som herdes i en ovn.

Fiberlengden er typisk 3 til 6 cm. En blanding av sand og elastisk granulat brukes for å sikre at kunstgresssteppet blir liggende på plass og gir elastisitet til banen. Tilførselen av elastisk granulat, typisk gummi fra kasserte bildekk, ofte kalt SBR granulat (Styren Butadien Rubber), startet omkring 1990 og har utviklet seg siden. Det fremstilles også coatet gummigranulat (primært for å endre fargen fra svart til grønn) der coatingen typisk består av polyuretan<sup>12</sup>. Gummigranulat fra kasserte bildekk har vært det foretrukne materiale p.g.a. lav pris i forhold til alternativene. Det finnes også fyllmateriale av coatet sand, hvor coatingen består av elastomer eller PE. Dette er bl.a. sett brukt på innendørsbaner. Der finnes også fyllmateriale produsert på basis av kokosfibre. Det er imidlertid ikke kjent at dette brukes i Norge.

I stedet for SBR granulat kan det brukes etylen propylendien gummi (EPDM) eller termoplastiske elastomerer (TPE). Det finnes også leverandører av gummigranulat basert på "industrielt gummi", som ifølge leverandøren er framstilt av overskuddsmateriale fra vindusprofiler<sup>13</sup>. Fra 2006 er det i Norge lagt et mindre antall baner med TPE formet som runde plastkuler med en størrelse på ca. 2 mm<sup>14</sup>.

I de senere årene har en også begynt å plassere et elastisk lag under selve kunstgresslaget. Dette gjøres bl.a. for å kunne redusere mengden av gummigranulat per arealenheter, noe som muliggjør bruken av f.eks. EPDM til en konkurransedyktig pris. Dette er imidlertid ikke vurdert å bedre spilleforhold på banen. Noen steder er andre typer av fyll, f.eks. polyamid fibre, testet, men bruken av dette er ennå kun i startfasen.

---

<sup>11</sup> Polyamid kan også brukes, men anvendes ikke på fotballbaner som er en av de helt store forbrukere av kunstgress

<sup>12</sup> Prisen på dette er flere ganger høyere enn for ikke coated granulat.

<sup>13</sup> Noe som kan bety at det består av EPDM som ofte anvendes til dette.

<sup>14</sup> TPE er en forkortelse for termoplastiske elastomerer, som består av blokkpolymere eller en blanding av plast og gummi. TPE er en benevnelse for en hel gruppe av termoplastisk bearbejdede elastomere som har gummilignende egenskaper.

Både de nasjonale, de europeiske og de internasjonale fotballforbund gir anbefalinger (og krav) med hensyn til hvordan kunstgressbaner skal legges. Se f.eks. FIFA (2012 a & b). Retningslinjene som anvendes stiller imidlertid ikke krav til innhold av miljøfremmede komponenter, med unntak av at lokale regler med hensyn til miljøpåvirkning og innhold av farlige stoffer skal overholdes. I Kirke- og Kulturdepartementets veiledning (2007) gjøres det imidlertid oppmerksom på at visse stoffer i granulatet kan gi allergi og astma, samt at utlekking av miljøgifter fra bilgummigranulat på utendørsbaner kan medføre en miljørisiko lokalt. For innendørs kunstgressbaner og baner der banen drenerer til ømfintlige resipienter, bør derfor ikke oppmalte bildekk benyttes som fyllmateriale.

### 2.3.2 Lekeplassmaterialer

På lekeplasser anvendes 4 forskjellige typer materialer basert på gummigranulat:

- › Fallunderlag støpt på stedet
- › Prefabrikkerte matter
- › Løst granulat
- › Lekeapparater framstilt av gummigranulat

Fallunderlag støpt på stedet består av et nedre lag av gummigranulat basert på dekk, hvor styren - butadien gummi er en av hovedkomponentene, materialet kalles derfor ofte SBR granulat. Når granulatet skal anvendes i en støpt flate, blandes det med et bindemiddel (f.eks. polyuretan) og helles ut på arealet hvor det størkner til en sammenhengende flate. Ofte suppleres dette med et topplag av etylen propylen dien monomer (EPDM) granulat blandet med et bindemiddel.

Ved fabrikkasjonsfremstilling helles de samme blandingene i en form, slik at de kan anvendes som fliser og større matter.

Både støpt underlag og matter kan fremstilles av SBR granulat alene. SBR granulat kan også anvendes løst som "grus" eller evt. i form av et barklignende materiale.

### 2.3.3 Løpebaner

Løpebaner fremstilles på samme måte som støpte fallunderlag på lekeplasser m.m.: Først blandes granulat (primært fra kasserte dekk) med et bindemiddel. Bunnlaget kan også fremstilles av EPDM eller tilsvarende. Materialet plasseres på det påtenkte areal der det størkner. Deretter "støpes" en blanding av EPDM og bindemiddel på som et topplag. Ifølge informasjon fra brukere og leverandører av løpebaner, anvendes hovedsakelig gummigranulat fra dekk som bunnlag siden dette er billigst.

### 2.3.4 Sammendrag

Det ses av ovenstående at det reelt er snakk om tre forskjellige typer produkter:

- › Løst granulat, som kan være framstilt av både SBR (fra kasserte bildekk), EPDM eller TPE<sup>15</sup>
- › Fabrikkstøpte enheter som matter og fliser som består av et bunnlag av SBR med bindemiddel, med et overliggende lag typisk av EPDM med bindemiddel
- › Underlag støpt på stedet til enten løpebaner eller fallunderlag. Oppbyggingen tilsvarer de fabrikkstøpte enhetene.

## 2.4 Innhold av miljøgifter i gummigranulat fra kasserte bildekk og fra nytt gummigranulat

Data er sammenfattet i 3.2.2. Nivåene for de enkelte bruksområder er kommentert i det følgende.

### 2.4.1 Kunstgressbaner

Der er gjennomført måling på organiske innholdsstoffer i granulat til fotballbaner framstilt av TPE i én prøve, og påvist et innhold av DEHP på 60 mg/kg TS.

Ut fra Tabell 12 synes der ikke å være vesentlige forskjeller på granulat fra henholdsvis Skandinavia, Europa og USA<sup>16</sup>. Det kan derfor ikke konkluderes med at granulat fra ett område er bedre enn et annet. Dette er også som forventet, da både nye og brukte dekk samt granulat er internasjonalt handlede varer.

Undersøkelsene som er gjennomgått viser heller ikke vesentlige forskjeller mellom dekk fra personbiler og dekk fra lastbiler, foruten at innholdet av sink ligger litt høyere (som forventet ut fra "oppskriftene") og PAH kanskje inntil nå generelt har vært litt lavere.

Der er få undersøkelser av granulat basert på EPDM, men med den usikkerhet dette innebærer, ser det umiddelbart ut til at sinkinnholdet er lavere, mens krominnholdet (ut fra én analyse) synes å kunne være vesentlig høyere. PAH innholdet er på samme måte lavere p.t., men det må forventes å endre seg, når PAH forbudet for dekk får innvirkning.

---

<sup>15</sup> sannsynligvis hovedsakelig SBR

<sup>16</sup> Sinkinnholdet ser umiddelbart lavere ut især i USA. Det har ikke vært mulig å vurdere i hvor stor grad dette skyldes forskjeller i analysemetode og ikke minst ekstraksjonsmetode og -middel.

Det er gjort undersøkelser på enkelte prøver av granulater framstilt av industriell gummi, der kilden er en annen enn dekk, men ikke spesifikt kjent. Her varierer sinneholdet meget fra omtrent ingenting til samme nivå som granulater fra dekk. Se Bilag A.

### 2.4.2 Fallunderlag

Nivået av miljøgifter i støtmatter ligger på samme nivå som i granulater for de stoffene det foreligger analyse for. Innholdet av sink og ftalat er imidlertid høyere enn forventet. Her må en ta i betraktning at tallgrunnlaget er litt mindre. I estimatene av samlede mengder er det derfor anvendt data fra granulater.

### 2.4.3 Løpebaner

Det samme gjelder for innholdet av miljøgifter i belegg som er støpt på stedet. Her er antallet faktisk målte data imidlertid enda mindre. I estimatene av samlede mengder er det anvendt data fra granulater.

### 2.4.4 Konsentrasjoner og utvasking over tid fra forskjellige materialer basert på gummigranulat

Det er gjort få studier over endringer i utvaskede konsentrasjoner over tid. Verschoor (2007) har sett på utvasking av sink fra dekkgranulat på fotballbaner, der det viser seg at frigivelsen av sink fra granulatet tilsynelatende stiger over tid (forsk over 3 år).

I de fleste feltstudier er konsentrasjonene varierende i en ikke entydig retning. Dessuten vil en del stoffer være bundet i underlaget / jorden under granulatet, og en eventuell påvirkning vil foreløpig ikke være synlig.

På grunn av krav til miljøgifter i enten dekk eller granulater til ulike bruk, reduseres generelt innholdet av miljøgifter i dekkgranulat m.m. Især har det vært fokus på PAH<sup>17</sup>. Det forventes at granulater med tiden vil inneholde mindre eller ingen PAH-er.

## 2.5 Sink

Foruten miljøgifter fra Prioritetslisten, er innholdet av sink vurdert. Bakgrunnen for dette er at sink er en av de mest kjente potensielle problemstillinger knyttet til forurensning fra gummigranulat.

---

<sup>17</sup> I både EU lovgivning vedr. PAH i dekk og i især tyske krav til forbrukerprodukter som inneholder gummigranulat.

Tabell 8 Dagens samlede mengde sink og den estimerte fremtidige mengde sink per år i alle anvendte produkter framstilt fra gummigranulat av forskjellig type, kg. Tallene er avrundet

	Dekkgranulat	EPDM	TPE	Industriell gummi
Dagens samlede mengde	1 200 000	38 000	90	18 000
Estimert mengde fremover per år	165 000	15 000	40	7 500

Tabell 9 Dagens samlede mengde sink og den fremtidige mengde sink per år i granulatprodukter anvendt til forskjellige formål samt årlig utvasking i 2012 og 2022, kg. Tallene er avrundet.

	Kunstgressbaner	Løpebaner	Fallunderlag	Annet <sup>18</sup>
Dagens samlede mengde	870 000	45 000	40 000	305 000
Estimert mengde fremover per år	135 000	1300	4300	48 000
Utvasking i 2012	380	40	4	12
Utvasking i 2022	600	45	8	20

Svinn fra fotballbaner (per år) vil inneholde 49 tonn sink basert på beregninger svarende til de som er foretatt for miljøgiftene og granulatets innhold av sink.

Tabell 10 Konsentrasjon av sink i ulike typer produkter basert på gummigranulat av forskjellige typer, mg /kg

Granulat anvendt på fotballbaner				Gummiheller	Helstøpt belegg	
Dekkgranulat			EPDM	Dekkgranulat	Dekkgranulat	EPDM
Skandinavia	Europa	USA		Skandinavia og Europa	Skandinavia	
13 000	10 000	9 000	4 500	16 000	9 000	2 000

Tabell 11 Utvasking av sink fra løst gummigranulat av forskjellig type, labforsøk og feltmålinger fra baner, µg/l.

Dekkgranulat			EPDM		TPE	
Batch, deionisert vann	Kolonne*	Felt	Batch, deionisert vann	Felt	Batch, deionisert vann	Felt
1 400 / 200*	22	90	80	<	-	<

<sup>18</sup> Dette tallet er meget usikkert. Det er skjønsmessig satt til ca. 1/3 av summen av de andre kategorier, og sammensetningen er satt tilsvarende som gjennomsnitt for de andre bruksområder.

## 2.6 Mulige modifikasjoner

Ut fra det som er kjent (data fra en prøve med polyuretancoated granulat av dekk), ser det ikke til å være forskjell på utvasking fra granulat og coated granulat. Modifikasjoner skjer i så fall via den konkrete håndteringen og dersom relevant, ved at det sikres at det ikke skjer avrenning til særlig sårbare resipienter. Behovet for sistnevnte er stedsspesifikt.

Det kan være hensiktsmessig å utarbeide veiledningsmateriale til bruk for kommuner, boligselskaper og fotball- og idrettsklubber<sup>19</sup>, både vedrørende drift samt reduksjon av resipientpåvirkning.

---

<sup>19</sup> Kultur- og Kirkedepartementets veiledning om kunstgressbaner inneholder allerede noen av disse rådene.

## 3 Oppsummering av grunnlaget for de presenterte data

### 3.1 Datakilder, dataomfang og -mangler

Data er primært samlet fra publiserte rapporter som omhandler undersøkelser av gummigranulat, kunstgressbaner og i mindre omfang støpte matter m.m. basert på gummigranulat. I det omfang det inngår i ovennevnte publikasjoner, er det også tatt med data vedrørende shreddede dekk.

Disse data er supplert med mer kvalitative opplysninger, som er innhentet ved spørreskjemaundersøkelsen. Generelt har forhandlere av gummigranulat og produkter basert på dette liten kunnskap om eventuelt innhold av miljøgifter i produktene sine. Tilsvarende har kjøpere av produktene også meget lite kunnskap om disse forholdene. De etterspør heller ikke denne typen informasjon fra produsenter og leverandører.

Det er flest data vedrørende granulat, og av dette igjen for granulat fra kasserte bildekk. Data for granulat av andre materialer er begrenset.

Data som kan belyse forskjell i innhold og utvasking av miljøgifter fra ulike typer dekk, er begrenset. Det er derfor ikke mulig å skille mellom kvaliteten på ulike dekktyper. Forskjellen mellom innhold og utvasking av miljøgifter for dekk fra forskjellige land er søkt belyst ved å gruppere data fra undersøkelser av produkter undersøkt i ulike land. Dette vil ikke svare til innholdet i dekk anvendt i tilsvarende land, fordi gummigranulat fra dekk ofte selges i andre land enn der det produseres (bl.a. fordi bearbeiding ikke gjennomføres i alle land, f.eks. ikke i Norge). Produkter av gummigranulat importeres og eksporteres også mellom ulike land. Det er derfor vanskelig å fastslå hvor dekkene som granulatet og produktene er basert på, kommer fra.

## 3.2 Grunnlag for estimerer

På basis av innsamlede data for innhold og utvasking av miljøgifter, er det gitt estimerer for rimelige gjennomsnittlig innhold og utvaskingskonsentrasjoner. Det er kjent at innholdet av PAH vil være nedadgående i de kommende år på grunn av EUs forbud mod PAH i dekk (nærmere bestemt i de oljene som anvendes i dekkene). En må imidlertid anta at materialer basert på kasserte dekk fortsatt vil inneholde PAH'er i en årrekke fremover, på grunn av vanskelighetene ved å finne tunge oljer som er PAH-fri.

### 3.2.1 Generell sammensetning av materialer basert på gummigranulat

Gummigranulat fra kasserte dekk består av en blanding av styren butadien gummi, SBR, naturgummi, NR, butadien gummi, BR og butylgummi og halogenert butylgummi, IIR/XIIR.

I et dekk utgjør gummien i alt 40 til 45 % (mer i dekk til personbiler enn i dekk til lastebiler), carbon black ca. 20 %, silica 5 - 6 %, metall 15 - 25 % (mest i lastbildekk), svovel i overkant av 1 %, sinkoksid 1 til 2 % (mest i lastbildekk), oljer ca. 6 %, stearinsyre ca. 0,5 %, akseleratorer, ca. 1 %, antioksidanter og -ozonanter ca. 1,5 %, og tekstil ca. 5 % (i dekk til personbiler) (ChemRisk, 2009, ETRA, 2012 og UNEP, 2011). Andelen naturgummi er i lastbildekk normalt også større enn i dekk til personbiler. Ifølge UNEP (2011) er metallinnholdet i dekk: bly ca. 0,005 %, kadmium 0,001 %, kobber 0,02 % og sink ca. 1 %.

Genan (2006) opplyser at blandingsforholdet for gummitypene i deres produkter typisk ligger på 40 %, 30 %, 20 % og 10 %. I tillegg inneholder granulatet carbon black (25 - 40 %), svovel (1 - 3 %), sinkoksid, tunge oljer (som kan inneholde PAH'er), stearinsyre, samt en rekke antioksidanter og antiozonanter samt akseleratorer som inneholder svovel og nitrogen. Disse stoffene er nærmere omtalt i 3.2.2. Butylgummi inngår også som et lufttett lag.

EPDM, etylen propylen dien gummi, er en polymer (elastomer) dannet av monomere som navnet angir. Dienene som anvendes i EPDM er typisk dicyclopentadien (DCPD), etyliden norbornen (ENB) og vinyl norbornen (VNB).

EPDM har en god vær- og temperaturobestandighet som gjør at det ikke er nødvendig å tilsette antiozonante og mengde av antioksidanter kan reduseres. Vulkaniseringen kan skje ved hjelp av peroksid eller svovel, der også sinkoksid kan inngå. EPDM brukes til en lang rekke produkter, f.eks. takmaterialer, film til havnebaseng, vindustettelister, vannslanger m.m. Materialet er til gjengjeld ikke så bestandig for påvirkning av olje.

TPE er en forkortelse for termoplastiske elastomerer, som består av blokkpolymere eller en blanding av plast og gummi. TPE er en benevnelse for en hel gruppe av termoplastisk bearbejdede elastomere som har gummilignende egenskaper.



Blokkpolymerene skiller seg fra gummi ved ikke å være vulkanisert. Materialet har en krystallinsk struktur oppbygd av f.eks. styrener. Mange TPE'er har som EPDM en god værbestandighet. TPE er også kjennetegnet ved å være godt støtabsorberende. SBS, styren butadien styren, anvendes f.eks. til skosåler. Styrenbaserte TPE'er brukes typisk til sprøytstøping og som lim. Andre bruksområder for TPE er til materialer anvendt i biler og elektrisk utstyr.

### 3.2.2 Innholdet av miljøgifter i gummigranulat fra kasserte bildekk og fra nytt gummimateriale

Foruten materialene omtalt i 2.3.1 inneholder "gresstråene" i kunstgressbaner antioksidanter, typisk ulike fenolforbindelser og UV stabilisatorer (f.eks. aminer som kan inneholde sink). Gresstråene farges grønne med kobberkomplekser eller azofarger. Det ses ikke ytterligere på påvirkning fra gresstråene i dette studiet.

Gummigranulat av kasserte bildekk inneholder akseleratorer som er basert på benzothiazol. 6-PPD (N(1,3-di-metyl-butyl) N'fenyl-p-fenylene diamin) er hovedsakelig antiozonanten som er brukt, men IPPD (N'-isopropyl-N'fenyl-p-fenylene diamin) anvendes også.

Det brukes henholdsvis dicumyl peroksid (som avgir acetofenon) eller nitrogen og svovel akseleratorer ved vulkaniseringen. Bløtgjørerne som anvendes i EPDM er typisk oljer med et relativt lavt innhold av aromater.

TPE omfatter som nevnt, mange forskjellige stoffer. Generelt er det ikke mye informasjon om miljøegenskapene deres. Tungmetaller i plasten fra katalysatorresten kan forekomme.

Da fallunderlag (til lekeplasser) og løpebaner er basert på de samme grunnmaterialer, vil de også inneholde stoffene som er omtalt over.

US EPA (2008) har i et "fact sheet" gitt en liste over stoffer man kan forvente å finne i granulat fra bildekk. Alle stoffene finnes imidlertid ikke i alle typer dekk:

- |                             |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| > acetone                   | > lateks               |
| > anilin                    | > mangan               |
| > arsen                     | > metyl etyl keton     |
| > barium                    | > metyl isobutyl keton |
| > benzen                    | > naftalen             |
| > benzothiazol              | > nikkel               |
| > bly                       | > nylon                |
| > kadmium                   | > fenol                |
| > kloreten                  | > pigmenter            |
| > krom                      | > PAHer                |
| > kobolt                    | > polyester            |
| > kobber                    | > rayon                |
| > kvikksølv                 | > styren-butadien      |
| > halogenerte flammehemmere | > trikloretylen        |
| > isopren                   | > sink                 |

Forskjellige norske leverandører er spurt om innholdet av miljøgifter i sine produkter. Generelt har leverandørene lite informasjon om dette. Produktbeskrivelsene deres går mest på sikkerhetsforhold, vedlikehold og anleggsforhold. I enkelte tilfeller foreligger der f.eks. attester på overholdelse av den tyske normen DIN 71-3. Der det foreligger data, er de tatt med i avsnittene nedenfor.

I det følgende er målt innhold av miljøgifter m.m. i de enkelte produkttyper beregnet. Beregningene er foruten på produkttyper, beregnet i undersøkelser foretatt på materialer innhentet fra Skandinavia, resten av Europa og USA. De er også supplert med undersøkelser av shreddede dekk som er gjennomført i forbindelse med vurderinger av påvirkninger knyttet til produkttyper det er sett på. Til slutt er beregningen delt opp i undersøkelser av gummigranulat fra kasserte bildekk, fra EPDM og fra TPE (samt evt. andre materialer). Selve datasammenstillingene er samlet i en rekke bilagstabeller, som det henvises til.

På basis av Bilag A, Bilag B, Bilag C og Bilag D er det i Tabell 12 vist typisk verdier for konsentrasjon av de målte relevante miljøgifter i de enkelte produkter. Der foreligger ikke like gode data for alle typer produkter. Disse tallene er anvendt ved beregningen av de totale mengder angitt i starten av kapittel 2. Der det ikke foreligger data, er disse estimert på basis av data fra andre produkttyper eller dekk.

Tabell 12 Konsentrasjon av miljøgifter i ulike typer produkter basert på gummigranulat av forskjellige typer, mg /kg

	Granulat anvendt på fotballbaner				Gummiheiler	Helstøpt belegg	
	Dekkgranulat			EPDM	Dekkgranulat	Dekkgranulat	EPDM
	Skandinavia	Europa	USA		Skandinavia og Europa	Skandinavia	
Arsen	<2	<3	0,4	<2	<1	<2	-
Bly	17	23	40	8	1,5	-	-
Kadmium	1	1,5	0,7	<0,5	<1	-	-
Krom	<2	<4	0,5	5 200 <sup>20</sup>	0,05 - 2	-	-
Kvikksølv	0,04	<0,05	-	<0,03	<0,05	-	-
DEHP	30	-	100*	4	280	-	-
Oktylfenol	30	-	-	0,05	-	-	-
Nonylfenol	20	-	-	1	-	-	-
PCB	<0,2	-	-	<0,004	0,4	0,2	<0,05
PAH	62	58	26	1	30	80	8

\* 10 - 200

<sup>20</sup> Denne høye verdi stammer fra én prøve, hvor der er målt for krom, meget usikker

Der er funnet følgende andre stoffer i gummigranulat, som i ulike sammenhenger har vært underlagt vurdering av betydningen deres for helse og miljø:

- › Benzothiazol
- › Cyclohexamin
- › 2,4 -Di -tert-butylfenol
- › Andre ftalater: Dibutylftalat (DBP) og Diisobutylftalat (DIBP)
- › N-(1,3-dimetylbutyl)-N'-phenyl - phenylendiamin (6PPD) og andre aminer anvendt som antiozonanter i dekk.

Konsentrasjonene som er funnet fremgår av Bilag A, Bilag B, Bilag C og Bilag D.

Til slutt er det også ofte målt for kobber og nikkel. Resultatene fremgår også av Bilag A, Bilag B, Bilag C og Bilag D.

Fra 2010 er PAH forbudt i dekk i EU. Dette må forvente å redusere innholdet av PAH i gummigranulat på sikt.

Avsnittene videre inneholder kommentarer til resultatene for de enkelte bruksområdene.

#### Kunstgressbaner

Estimat for innholdet av de relevante miljøgifter, samt andre vesentlige komponenter, er basert på data i Bilag A og D. Selve estimatet fremgår av 2.1.

#### Fallunderlag

Estimat for innholdet av de relevante miljøgifter, samt andre vesentlige komponenter, er primært basert på data i Bilag B med skjeling til Bilag A, der det mangler data. Selve estimatet fremgår av 2.1.

Claudi + Kaiser<sup>21</sup> (2010) angir at deres produkter overholder Kategori 3 verdiene det tyske BrF (Bundesinstitut für Risikobewertung) har foreslått til EU "Afledte Niveauer for Minimal Risiko" (på engelsk DEML) med hensyn til tillatt innhold av PAH'er avhengig av de kontaktmuligheter som finnes, se Tabell 13. (BrF, 2010).

TÜV Rheinland opplyser at de gir et såkalt GS (General Safety) sertifikat til produkter som overholder disse grensene (TÜV Rheinland, 2008).

---

<sup>21</sup> Produsent av fliser til lekeplasser, ridebaner m.m. samt diverse pullerter og lekeplasmateriell

Tabell 13 Tillatt PAH-innhold avhengig av bruksområde i henhold til BRF (2010).

Parameter	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3
	Materialer i kontakt med matvarer eller designet til å kunne puttes i munnen  Leketøy til barn <36 mer	Materialer som vil kunne være i kontakt med huden i mer enn 30 sek.  Leketøy som ikke faller i Kategori 1	Materialer som vil kunne være i kontakt med huden i opp til 30 sek eller som ikke kommer i kontakt med huden
Benz(a)pyren, mg/kg	Under deteksjonsgrensen (<0,2)	1	20
PAH (16), mg/kg	Under deteksjonsgrensen (<0,2)	10	200

### Løpebaner

Estimat for innholdet av de relevante miljøgifter, samt andre vesentlige komponenter er basert på data i Bilag C med skjeling til Bilag A, der det mangler data. Selve estimatet fremgår av 2.1.

### 3.2.3 Utlekking av miljøgifter fra gummigranulat fra kasserte bildekk og fra nytt gummimateriale

Det er samlet data fra publikasjoner vedrørende utvasking målt ved utvaskingstester av forskjellige typer, samt ved feltmålinger i enten lysimeterer eller av avløp eller tilsvarende spesielt ved kunstgressbaner. Alle data er listet i Bilag E til G.

På grunnlag av verdiene i Bilag E, Bilag F, Bilag G og Bilag H er det i Tabell 14 sammenstilt gjennomsnittlig nivå for utvasking av de relevante miljøgiftene i enkelte typer av gummigranulat anvendt i kunstgressbaner.

Foruten de opplistede stoffene, er det i enkelte prøver av gummiheller testet på bromerte flammehemmere. Det er ikke funnet undersøkelser som påviser innhold av bisfenol A i produkter av gummigranulat. Der er imidlertid funnet bisfenol A i dreinsvann fra en støyvoll oppbygd av dekkklipp, se senere i dette avsnitt. Det er ikke mulig at gi et estimat på evt. innhold av bisfenol A i gummigranulat produkter på dette grunnlaget.

Tabell 14 *Utvasking av miljøgifter i gummigranulat av forskjellig type, labforsøk og feltmålinger fra baner, µg/l.*

	Dekkgranulat			EPDM		TPE	
	Batch, deionisert vann	Kolonne*	Felt	Batch, deionisert vann	Felt	Batch, deionisert vann	Felt
Arsen	2	<0,3	5	-	2	-	5
Bly	8	<0,1	5	-	<0,1	-	10
Kadmium	0,1	<0,005	<1	-	-	-	-
Krom	3	<0,05	-	<2	-	-	-
Kvikksølv	<0,02	<0,002	-	-	-	-	-
DEHP	8	-	7	270**	-	120**	-
Oktylfenol	3	-	-	-	-	-	-
Nonylfenol	1	-	1,5	-	-	-	-
PCB	-	-	-	-	-	-	-
PAH	0,7	0,003	påvist	-	-	-	-

\* vann med CaCl<sub>2</sub>, \*\* andre ftalater

Der foreligger ikke like gode data for alle typer produkter, og tabellen inneholder derfor kun tall for granulat av forskjellig materiale for ulike typer av utvaskingsforsøk.

Foruten de opplistede stoffene, er det i jord under gummiheller funnet bromerte flammehemmere, se senere i dette avsnittet.

Følgende andre stoffer er funnet i utvasking fra gummigranulat, som i ulik sammenheng har vært gjenstand for vurdering i forhold til deres betydning på helse og miljø:

- > Benzothiazol
- > Cyclohexamin
- > 2,4 -Di -tert-butylfenol
- > Andre ftalater: Dibutylftalat (DBP) og Diisobutylftalat (DIBP)
- > N-(1,3-dimetylbutyl)-N'-fenyl - fenyldiamin (6PPD) og andre aminer anvendt som antiozonanter i dekk.

Konsentrasjonene som er funnet fremgår av Bilag E, Bilag F, Bilag G og Bilag H.

Det er også ofte målt for kobber og nikkel. Her fremgår resultatene også av Bilag E, Bilag F, Bilag G og Bilag H.

Ved estimeringen er det kun tatt utgangspunkt i laboratoriedata der det er anvendt enten deionisert vann eller vann med CaCl<sub>2</sub>, da dette best etterligner naturlige forhold eller data fra feltstudier.

Det er målt utvasking for 3 granulater av industriell gummi. Her ligger nivået for utvasking med deionisert vann og vann med  $\text{Ca Cl}_2$  svært tett på hverandre. Det er målt nivåer for sink på 800  $\mu\text{g/l}$  og for DEHP på 100  $\mu\text{g/l}$ .

Dersom dette sammenlignes med data for utvasking av dekk, ser en at verdiene ligger i samme størrelsesorden både for laboratorium - og feltstudier.

For dekk er det også målt på Bisfenol A, hvor det i laboratoriet er målt 5 til 14  $\mu\text{g/l}$  i et batchforsøk med deionisert vann og mellom 0,08 og 3  $\mu\text{g/l}$  i avløpsvann fra en støyvoll gjort av dekkklipp. Dette er i samme størrelsesorden som der er målt for DEHP i dekkgranulat.

For støtmatter er det kun målt for sink, hvor nivået i en batch test med deionisert vann lå på 270  $\mu\text{g/l}$  i én prøve.

Det er ikke målt utvasking fra løpebaner, men fra vei, hvor dekkgranulat har blitt brukt som underlag (imidlertid i større tykkelse enn det som ville vært tilfelle for en løpebane). Her tilsvarer nivået feltforsøk med granulat, og der er målt for bly, kadmium, krom og sink.

Det er målt et innhold av arsen, sink, DEHP, oktyl- og nonylfenol, PCB, PAH og bromerte flammehemmere i jord under henholdsvis fallunderlag og en parkeringsplass belagt med dekkgranulat. Dette viser at disse stoffene kan vaskes ut fra granulatet. Spesielt for PCB og bromerte flammehemmere vil stoffene imidlertid neppe bevege seg langt i miljøet, men man skal være oppmerksom på de tilfellene der gummigranulatet fjernes og arealet anvendes til annen bruk.

I beregningen av samlede utvaskede mengder er, der dette foreligger, verdiene fra feltforsøk med granulat brukt. Der det kun foreligger laboratorieforsøk, er utvaskede mengder estimert på bakgrunn av størrelsesforholdene mellom laboratorieforsøk og felt som er observert for de målte miljøgifter.

#### Kunstgressbaner

Se data i Bilag E.

Birkholz et al. (2003) har utført økotokstest på 3 forskjellige slags granulat framstilt av bildekk. Testene på alle materialene viste toksisitet for alle 4 arter. Toksisiteten var imidlertid redusert med ca. 60 % etter at granulatet hadde vært plassert i en skolegård i 3 måneder.

#### Fallunderlag

Se data i Bilag F.

Vidair et al. (2007) sammenstiller en oversikt over undersøkelser utført av andre og hvilke parametre de har testet på. Undersøkelsene omfatter både gummigranulat og shreddede dekk (mest av sistnevnte). Undersøkelsene er gjennomført i perioden 1990 til 2005. De fleste er imidlertid utført i 1999 - 2000. Det er primært snakk om laboratorieforsøk. Der annet er tilfelle, er dette angitt. Følgende stoffer er funnet i undersøkelsene:

Barium, natrium, jern, mangan, krom, bly, kobber, antimon, arsen, kadmi-um, alu-minium, kobolt, nikkel, sink, kvikksølv, selen, hydrokarboner, benzen, toluen, 1,3,5-trimetylbenzene, naftalen, 2-metyl naftalen, PAH, m & p-cresol, metyl iso-butyl keton, metyl etyl keton, acetone, 1,1-dikloreten, kloreten, cis-1,2-dikloretylene, trikloretylen, anilin, N-Nitrosodimetylamin, N-Nitrosodiphenylamin, thiobenzothiazol, bis(2-etylhexyl) ftalat, 4-metyl-2- pentanon (MIBK), isophoron, 2,6-dinitrotoluen, benzothiazol, 4- (phenylamino)-fenol, 2-(4-morpholinyl) benzot-hiazol, 2(3H)- benzothiazolon, (1,1- dietyletyl)-2- metoksyfenol.

Kun tre av undersøkelsene er relatert til gummigranulat, og disse to omfatter prøver tatt i felten (Boniak et al., 2001 & Florida Community College, 1999). Den tredje er et laboratorieforsøk (Reddy & Quinn, 1997). Resultatene av disse undersøkelse- ne fremgår av Tabell 15. Et sammendrag av resultatene for shreddede dekk fra dis- se undersøkelsene er gitt i Tabell 16.

*Tabell 15 Feltresultater for utvasking av miljøgifter fra gummigranulat fra kasserte bil- dekk (fra Vidair et al., 2007)*

<b>Miljøgifter og andre stoffer</b>	<b>Konsentrasjoner</b>
Bly	6 ppb i overflatevann 13 300 ppb i jord
Krom	2 ppb i overflatevann 4 ppb i grunnvann
Sink	45 000 ppb i jord (FCC, 1999) 310 ppb i jord (Boniak, 2001)
Toluen	63 ppb i jord
Benzothiazol**	100 000 ng/g gummigranulat

\* sannsynligvis også andre kilder; \*\* finnes også i veivann

Tabell 16 Nivå av miljøgifter utvasket fra shreddede dekk (fra Vidair et al., 2007)

Miljøgift	Shreddede dekk
Arsen	19 ppb i sigevann (felt)
Bly	30 ppb i sigevann (lab)
Kadmium	1,1 ppb i sigevann (felt)
Krom	48 ppb i sigevann (lab) 55 ppb i sigevann (felt)
Kvikksølv	0.4 ppb i sigevann (lab)
Sink	500 - 2950 ppb i sigevann (lab) 26 - 618 ppb i sigevann (felt)
1,1 dikloreten	< 5 ppb i sigevann (felt)
Kloreten	2 ppb i sigevann (felt)
Triklorethen	0,8 - 16 ppb i sigevann (felt)
Cis- 1,2 dikloreten	24 ppb i sigevann
Metyl isobutyl keton	<5 - 58 ppb i sigevann (felt)
Toluen	190 ppb i sigevann (lab) 2.6 ppb i sigevann (felt)
Bis (2-etylhexyl) ftalat	Funnet, men ikke kvantifisert
N-nitrosodimetylamin	7 ppb i sigevann (felt)
N-nitrosodifenylamin	7 ppb i sigevann (felt)
Benzothiazol	900 ppb i sigevann (lab)

Teknologisk Institut (2005) undersøkte, på oppdrag fra Miljøstyrelsen (Danmark) avgivelse av PAH'er og aminer fra dekk (samt helsemessige konsekvens). De undersøkte avgivelsen av disse stoffene ved kontakt med kunstig svette med henblikk på å vurdere risiko ved inntak og hudkontakt med mengde som kunne være relevante for barn som leker på lekeplasser der dekk eller materialer framstilt av dekk, brukes. Data er vist i Bilag E.

6PPD, N-(1,3-Dimetylbutyl)-N'-fenyl-P-fenylendiamin, er et antioksidant som tilsettes gummi. 6PPD kan virke irriterende på huden og potensielt sensibiliserende.

IPPD, N-isopropyl-N'-phenyl-4-phenylendiamin, kan være giftig hvis det inntas i større mengder. Hudkontakt kan medføre sensibilisering (allergi og eksem) (Videncenter for Allergi, 2011).

I rapporten konkluderer Teknologisk Institut med at ingen av stoffene frigis i tilstrekkelig mengde ved den etterlignede påvirkningen til at det på noen måte kan gi skader.

New York State Department of Environmental Conservation undersøkte i 2009 dels granulat fra 4 granulatprodusenter i staten, som alle produserer gummigranulat fra kasserte bildekk. Resultatene fremgår av Bilag C.



I tillegg gjennomførte de målinger på grunnvannsprøver ved 4 ballbaner med gummigranulat i kunstgressbanene. Banene hadde eksistert i mellom 1 og 7 år. Det kunne verken måles metaller eller organiske forbindelser over deteksjonsgrensene i noen av grunnvannsboringene. De målte også på metaller i avløpsvannet fra en bane. Disse resultater fremgår av Bilag E.

### Løpebaner

Det foreligger ikke data fra målinger i forbindelse med løpebaner eller andre anlegg støpt på stedet. Det foreligger imidlertid tall fra veianlegg der dekkgranulat har vært brukt i underlaget, imidlertid i større tykkelse enn det som ville vært tilfelle for en løpebane.

Utvasking er estimert ut fra data fra kunstgressbaner og utvaskingstest fra støpte lekeplasmatter.

Chang et al. (1999) har sett på avgivelse av damp fra 3 løpebaner: en bane støpt på stedet av polyuretan, en bane støpt på stedet av EPDM og polyuretan og en bane framstilt av matter støpt av syntetisk gummi (tilsvarende granulat fra bildekk). Den samlede avgivelsen av flyktige stoffer var lavest fra mattene, hvilket kunne skyldes at avdampingen fra disse har skjedd tidligere. Der var imidlertid ikke stor forskjell. Stoffene som avdampet var BTEX, 1,2,3-trimetylbenzen, nonan og heksanal.

### Årlig utvaskede mengder

Ved estimeringen av årlig utvaskede mengder er følgende anvendt:

- › De p.t. anvendte mengder gummigranulat av ulike typer til forskjellige formål fra Delrapport 1
- › De estimerte mengder av fremtidig anvendte mengder (der det tas hensyn til at det er snakk om erstatning av eksisterende anlegg) fra Delrapport 1
- › Estimerte antall lokaliteter der det brukes gummigranulat, fra Delrapport 1
- › (Estimerte) konsentrasjoner av relevante miljøgifter angitt i 2.1.
- › Kvalitativ vurdering av omfanget av reduksjon av innholdet av PAHer
- › Kvalitativ vurdering av endringer i utvasking over tid, se avsnitt 2.4.4.

Mattina et al. (2007) har sett på forskjellene i utvaskede mengder ved utvasking med vann og med forsuret vann. Forskjellene er vist i Tabell 17. Dette blir brukt når verdier fra utvaskingstester med forsuret vann tas med.

Tabell 17 *Metaller utvasket i vann og forsuret vann*

	<b>Mengde utvasket i vann, µg/kg dekk</b>	<b>Mengde utvasket i forsuret vann, µg/kg dekk</b>
Bly	1,85	3,26
Kadmium	0,07	0,26
Sink	20 957	55 010

### Svinn

I forbindelse med svinn fra banene, som nærmere beskrevet i Delrapport 1, vil ca. 5 % av den totale mengde granulat på en fotballbane forsvinne ut i miljøet eller til avfallsbehandling per år.

En del av dette vil komme med fotballklær og sko hjem, og derfra i vaskemaskin-avløp. Derfra vil det gå til rensanleggene og sannsynligvis primært i ristestoff<sup>22</sup> og slam. I forbindelse med rensningen vil det skje en viss avgivelse av miljøgifter til vannet som vil gå til resipient. Hvor stor den resulterende konsentrasjon vil være, er avhengig av hvor store mengder annet spillvann anlegget behandler og hva det inneholder. En del av granulat som bringes hjem vil havne i støvsugeren og derfra i avfallet. Det er ikke umiddelbart mulig å estimere hvor stor del av denne mengden granulat som reelt vil påvirke miljøet.

En annen del vil gå som granulat i dreneringen. Påvirkningen herfra vil utgjøre en del av den konsentrasjon som er registrert i drensvann fra fotballbaner.

Den samlede mengde miljøgifter som forsvinner fra kunstgressbaner kan beregnes som den mengden miljøgifter som finnes i svinnet. Svinnet er satt lik det årlige påfyll som er beregnet til 5625 tonn i snitt de neste 10 år.

Fra løpebaner og fallunderlag vil det også være en viss slitasje på toppdekket, der som regel består av EPDM. Dette svinnet vil utgjøre omtrent 1 % av den delen av løpebanen eller fallunderlaget som utgjøres av EPDM. I forbindelse med den samlede mengden miljøgifter som er estimert, er denne mengden beregnet til i gjennomsnitt å være 34 % av en mengde som i 2012 utgjorde ca. 9000 tonn økende til ca. 16 000 tonn i 2022. Dette er anvendt ved estimeringen av svinnet fra disse produktene.

### 3.2.4 Mulige modifikasjoner

Der foreligger data for kun en prøve av polyuretan coated granulat av dekk, se Bilag A.

<sup>22</sup> Som forbrennes eller deponeres.

### 3.3 Usikkerhet

Der foreligger en del data for både innhold og utvasking av granulat fra dekk og fra dekkklipp. Estimaten som er angitt er således rimelige. Det gjøres imidlertid oppmerksom på at det er en del variasjon i de enkelte målingene mellom hvorfor tallene på en konkret lokalitet kan avvike fra estimaten som er gitt her.

For EPDM og TPE foreligger det kun et fåtall målinger. TPE dekker over et stort antall forskjellige stoffer (eller rettere sagt kombinasjoner av stoffer). Fordi det typisk er snakk om avfallsprodukter fra forskjellig industriell anvendelse, er det vanskelig å si noe generelt om innholdet eller utvasking fra TPE. Tilsvarende vil gjøre seg gjeldende for materialer basert på "industriell" gummi, der det eneste en kan si med sikkerhet er at granulatet ikke er basert på dekk.

Der foreligger noen tall for støtmatter/gummiheller, stort sett kun fra skandinaviske kilder. Usikkerheten er derfor i prinsippet vesentlig større på de gjennomførte estimaten. Disse gjennomføres som nevnt, imidlertid ut fra kunnskapen om dekkgranulat som hellene for en stor del består av.

For helstøpte belegg foreligger det kun et fåtall data, og usikkerheten er derfor stor. Estimaten er i enda større grad enn for støtmatter foretatt ut fra data om dekkgranulat.

Med hensyn til usikkerheten på de beregnede mengdene av ulike typer materialer, henvises til Delrapport 1.

### 3.4 Litteratur

Litteraturlisten inneholder også en rekke rapporter m.m. hvor det ikke er innhentet data. Grunnen til dette er, at en rekke tilgjengelige rapporter ikke angir egne data, men kun gjennomfører vurderinger på bakgrunn av data fra andre rapporter. Vurderingene gjort i disse rapportene er tatt i betraktning ved vurderinger i nåværende rapport.

- › Aabøe, R.;Håøya, A.-O. & Edeskær, T. (2004): Leaching of fenols from tire shreds in a noise barrier. Sustainable waste management and recycling, Kingston University, London
- › BfR (2010): Carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in consumer products to be regulated by the EU - risk assessment by Bfr in the context of a restriction proposal under REACH.
- › Birkholz, D.A.; Belton, K.L. & Guidotti, T.L. (2003): Toxicological Evaluation for the Hazard Assessment of Tire Crumb for Use in Public Playgrounds. *Journal of Air & Waste Management Association*, Vol. 53, pp. 903-907.
- › Bundesamt für Gesundheit BAG (2006): Faktenblatt, Gesundheitsgefährdung durch Kunstrasen? Schweizerische Eidgenossenschaft.

- › Chang, F.-H.; Lin, T.-C.; Huang, C.-I.; Chao, H.-R.; Chang, T.-Y. & Lu, C.-S. (1999): Emission characteristics of VOCs from athletic tracks, *Journal of Hazardous Materials*, A70, pp. 1-20.
- › ChemRisk (2008): Review of the Human Health & Ecological safety of Exposure to recycled Tire Rubber found at Playgrounds and Synthetic Turf Fields. Utført for Rubber manufacturer's Association.
- › ChemRisk LLC (2009): Tyre Generic Exposure Scenario. End of Life Tyre Guidance. Utført for ERTMA.
- › Connecticut Department of Environmental Protection (2010): Artificial Turf Study. Leachate and Stormwater Characteristics, Final Report.
- › Connecticut Department of Public Health (2010): Human Health Risk Assessment of Artificial Turf Fields Based upon Results from Five Fields in Connecticut.
- › Conradi + Kaiser (2010): Living Industries.
- › Crain, W. & Zhang, J. (2006): Hazardous Chemicals in Synthetic Turf (revised). *Rachel's Democracy & Health News*, #873.
- › Denley, E.; Rutkowsski, K. & Vetrano, K.M. (2008): A Review of the Potential Health and Safety Risks from Synthetic Turf Fields Containing Crumb Rubber Infill. Utført for New York City Department of Health and Mental Hygiene af TRC.
- › Dickey, P. (2007a): Occurrence of Bromine, Lead and Zinc in Synthetic Components
- › Dickey, P. (2007b): Synthetic Turf versus Natural Turf for Playing Fields. Utført for San Francisco Department of the Environment of Washington Toxics Coalition
- › Dvorak, J. (2006): An Open Letter concerning the potential cancer risk from certain granulate infills from artificial turf, FIFA.
- › Dye, C.; Bjerke, A., Schmidbauer, N. & Manø, S. (2006): Måling av luftforurensning i innendørs kunstgresshaller. NILU OR 03/2006. TA-2148/2006. Utført for Statens Forurensningstilsyn.
- › Edeskär, T. (2006): Use of Tyre Shreds in Civil Engineering Applications. Technical and Environmental Properties. Doctoral Thesis. Luleå University of Technology. LTU-DT-0667-SE.
- › Environment & Human Health, Inc. (2007): Artificial Turf Exposures to Ground-Up Rubber Tires Athletic Fields Playgrounds Gardening Mulch.

- › ETRA (2012) About Tyres. European Tyre Recycling Association, [www.etra-eu.org](http://www.etra-eu.org)
- › FIFA (2011): FIFA Quality Concept for Football Turf.
- › FIFA (2012a): International Artificial Turf Standard, IATS.
- › FIFA (2012b) Quality Concept for Football Turf. Handbook of Requirements.
- › Genan (2006): GENAN Rubber Granulate Data Sheet.
- › Goodyear (2005): No one gets hurt. 2005 Environmental, health & Safety Report.
- › Goodyear (2010): Full Circle. Corporate Social Responsibility Report
- › Grunder, H.T. (2011): Test-report Nr. 214-V! DIN-11. Continuous ecological quality control of tyre rubber infill granulates from Genan GmbH, Viborg.
- › Harrison, E. (2007): Environment. FIFA Quality Concept for Football Turf. FIFA.
- › Hofstra, U. (2006): Instrooirubber op kunstgrasvelden uit geshredderde autobanden. Onderzoek naar milieu- en gezondheidsrisico's. Utført for Werkgroep bouwmaterialen (Arcadis, Desso, Grontmij, Heijmans, van Kessel, Oranjewoud, Ten Cate) - DSM Thermoplastic Elastomers.
- › Hofstra, U. (2007): Environment and Health Risks of Rubber Infill. Rubber Crumb from Car Tyres as Infill on Artificial Turf. Summary. Utført for KNVB/NOC\*/NSF/WG materialen/VACO/DSM/RecyBEM/TenCate.
- › Hofstra, U. (2009a): Zinc adsorption to underlays beneath artificial turf. How long does zinc from the rubber infill remain in the artificial turf field system. Summary INTRON report. Utført for RecyBEM & VACO.
- › Hofstra, U. (2009b): Zinc in drainage water under artificial turf fields with SBR. Measurements from 2008. Summary INTRON report. Utført for RecyBEM & VACO.
- › Humphrey, D.N. & Katz, L.E.K. (2002): Field study of water quality effects of tire shreds placed below the water table. Proceedings of "Beneficial Use of recycled Material".
- › Humphrey, D.N. & Swett, M. (2006): Literature review of the water quality effects of the tire derived aggregate and rubber modified asphalt pavement. Utført for US EPA.
- › Intron (2005): Citeret fra Roels (2006)

- › Kanematsu, M.; Hayashi, A.; Denison, M.S. & Young, T.M. (2009): Characterization and potential environmental risks of leachate from shredded rubber mulches, *Chemosphere*, Vol. 76, pp. 952-958.
- › Kemikalieinspektionen (2006): Synthetic Turf from a chemical perspective a status report. PM 3/06.
- › Kemikalieinspektionen (2007): Fakta Konstgräs. [www.kemi.se](http://www.kemi.se).
- › Klima- og forurensningsdirektoratet (2006): Kunstgressbaner og resirkulerte bildekk. <http://www.klif.no/no/Aktuelt/Nyheter/2006/Januar-2006/Kunstgressbaner-og-resirkulerte-bildekk/>
- › Klima- og forurensningsdirektoratet (2008): Forbud mot PAH i dekk fra 2010. <http://www.klif.no/Aktuelt/Nyheter/2008/Februar-2008/Forbod-mot-PAH-i-dekk-fra-2010/>
- › Kultur- og Kirkedepartementet (2003): Kunstgress for fotball. Standard konkurransegrunnlag for innhentning av tilbud. V-0857.
- › Kultur- og Kirkedepartementet (2007): Kunstgressboka. Bygging, drift og vedlikehold av kunstgressbaner. Veileder.
- › Kvalbein, A. & Aamlid, T.S. (2008): Fotballbaner naturgress og kunstgress - Aktuelle problemstillinger og fremtidige forskningsoppgaver. *Bioforsk Fokus*, Vol. 3, no. 4
- › Li, X.; Berger, W.; Musante, C. & Mattina, M.J.I. (2010): 2009 Study of Crumb Rubber derived from Recycled Tires - Final Report. Department of Analytical Chemistry. Connecticut Agricultural Experiment Station. Utført for Connecticut Department of Environmental Protection.
- › Lim, L. (2008): A Study to assess Potential for Environmental Impacts from the Use of Crumb Rubber as Infill Material in Synthetic Turf Fields. Bureau of Solid Waste, Reduction & Recycling. Division of Solid & Hazardous Materials. New York State Department of Environmental Conservation.
- › Mattina, M.J.I.; Ileyen, M.; Berger, W. & Ozdemir, S. (2007): Examination of crumb Rubber Produced from recycled Tyres. The Connecticut Agricultural Experiment Station. Department of Analytical Chemistry.
- › Milone & Macbroom (2008): Evaluation of the Environmental Effects of Synthetic Turf Athletic Fields.
- › Miljøstatus (2012): Prioritetslisten, <http://www.miljostatus.no/tema/Kjemikalier/Kjemikalielister/Prioritetslisten/>
- › Moretto, R. (2007): Environmental and health assessment of the use of elastomer granulates (virgin and from used tyres) as filling in third-generation artificial turf. Utført for ADEME/ALIAPUR/FELDTURF TARKETT

- › Müller, E. (2007a): Umweltverträglichkeit von Kunststoffrasen. Powerpoint presentasjon.
- › Müller, E. (2007b): Umweltverträglichkeit von Kunststoffrasen: Resultate eines Feldversuches. BASPO-Tagung Magglingen.
- › Nasjonalt folkehelseinstitutt & Radiumhospitalet (2006): Kunstgressbaner - vurdering av helserisiko for fotballspillere.
- › New York City Department of Health and Mental Hygiene (2009): Air Quality Survey of Synthetic Turf Fields containing Crumb Rubber Infill. Prepared by TRC, Windsor, Connecticut.
- › New York State Department of Environmental Conservation (2009): An Assessment of Chemical Leaching, Releases to Air and Temperature at Crumb-Rubber infilled Synthetic Turf Fields.
- › Nilsson, N.H.; Anders Feilberg, A. & Pommer, K. (2005): Afgivelse og sundhedsmæssig vurdering af PAH og aromatiske aminer i bildekk. Kortlægning af kemiske stoffer i forbrugerprodukter, nr. 54 2005. Utgitt av Miljøstyrelsen.
- › Nilsson, N.H.; Malmgren-Hansen, B. & Uffe Sognstrup Thomsen, U. (2008): Mapping, emissions and environmental and health assessment of chemical substances in artificial turf. Survey of Chemical Substances in Consumer Products, No. 100 2008. Utgitt av Miljøstyrelsen.
- › NIVA (2005) Miljøriskovurdering av kunstgresssystemer. Rapport Lnr. 5111-2005.
- › Norconsult (2011): Vurdering av ulike behandlingsformer for kasserte dekk. Utført for Klima- og forurensningsdirektoratet.
- › Ottesen, R.T.; Aakre, E.K.; Blomli, J.Y.; Børseth, B.; Christensen, R.M.; Elgåen, C.; Hansen, A.F.; Henriksen, F.F.; Holteberg, N.; Håvik, S.; Karlsen, S.S.; Kongsvik, M.K.; Klungvik, E.; Larsen, R.; Noreng, M.S.; Næss, I.S.; Oliver, E.J.; Sandstad, V.; Salomosen, S.; Støver, L.; Særslund, A.L. & Tveit, M. (2011): Spredning av miljøskadelige stoffer fra kunstgressbaner.
- › Ottesen, R.T., Støver, L. & Berthelsen, B.O. (2011): Helse- og miljøskadelige stoffer i støtdempende fallunderlag på lekearealer for barn. TA.2759/2011.
- › Plessner, T.S.W. & Lund, O.J. (2004): Potensielle helse- og miljøeffekter tilknyttet kunstgresssystemer - sluttrapport. Utført for Norges Fotballforbund av Byggforsk.
- › RAMP (2007): Synthetic Turf Chemicals, <http://www.albany.edu/ihe/SyntheticSurfChemicals.htm>

- › Roels, J.M. (2006): Rubber granules as infill material in artificial turf fields. Svar til minister (VROM) fra RIVM.
- › San Francisco Recreation and park Department (2008): Synthetic Playfields Task Force Findings and Department Recommendations. Report to San Francisco Recreation and Park Commission.
- › San Miguel, G; Fowler, G.D. & Sollars, C.J. (2002): The leaching of inorganic species from activated carbons produces from waste tyre rubber. *Water Research*, Vol. 36, pp. 1939-1946.
- › Schüler, D. & Stahl, H: (2008): Ökobilanz für den Vergleich der Umweltauswirkungen von Natur und Kunstrasenspielfeldern. Endbericht. Öko-Institut e.V.
- › SGS Institut Fresenius (2009): Test Report Chemical Parameters. Utført for Conradi + Kaiser GmbH
- › Simcox, N., Bracker, A. & Meyer, J. (2010): Artificial Turf Field Investigation in Connecticut. Final Report. Section of Occupational and Environmental Medicine. University of Connecticut Health Center
- › Smolders, E., & Degryse, F. (2002): Fate and effect of zinc from tire debris in soils. *Environ. Sci. Technol.*, Vol. 36, pp. 3706-3710.
- › State of New York Department of Health (2008): FACT SHEET - crumb-Rubber Infilled Synthetic Turf Athletic Fields
- › Stutz, J.; Donahue, S.; Mintzer, E. & Cotter A. (2003): Recycled Rubber Products in Landscaping Applications. Tellus Institute.
- › Sullivan, J.P. (2006): An Assessment of Environmental Toxicity and Potential Contamination from Artificial Turf using Shredded or Crumb Rubber. Utført for Turfgrass Producers International af Ardea Consulting.
- › Trojan, K. (2008): Umbau von Tennisplätzen zu Kunststoffrasenplätzen. Fachtagung „Sportstätten des Fußballs und der Leichtathletik“; Qualifizierungszentrum/Bildungswerk WFLV.
- › TÜV Rheinland Taiwan (2008): Harmful Substances - Polynuclear Aromatic Hydrocarbons (PAH)s. Downloaded 13-03-2012.  
[http://homepage.twn.tuv.com/MMC/lpaper/preview\\_paper.asp?paper\\_id=65&lang=e](http://homepage.twn.tuv.com/MMC/lpaper/preview_paper.asp?paper_id=65&lang=e)
- › US EPA (2008): Fact Sheet - The Use of Recycled Tire Materials on Playgrounds & Artificial Turf Fields.
- › US EPA (2009a): A scoping-level field monitoring study of synthetic turf fields and playgrounds. EPA/600/R-09/135.



- › US EPA (2009b): Limited EPA Study finds low level of concern in samples of recycled tires from ball field and playground surfaces.
- › Van Bruggen, M.; van Puttem, E.M. & Janssen, P.C.J.M. (2007): Nitrosamines released from rubber crumb. RIVM report 609300002/2007.
- › Verschoor, A. (2007): Leaching of Zinc from rubber infill on artificial turf (football pitches). RIVM report 601774001/2007.
- › Vetrano, K.M. (2009): Air Quality Survey of Synthetic Turf Fields containing Crumb Rubber Infill. Utført for New York Department of Health and Mental Hygiene af TRC.
- › Vidair, C., Haas, R. & Schlag, R. (2007): Evaluation of Health Effects of Recycled Waste Tires in Playground and Track Products. California Integrated Waste Management Board. Office of Health hazard Assessment.
- › Videncenter for Allergi, Gentofte Hospital & Den Danske Kontaktdermatitis Gruppe (2011): IPPD (N-isopropyl-N'-phenyl-paraphenylenediamine)
- › Westerberg, B. & Maćsik, J. (2000): Laboratorieprovning av gummiklipps miljøtekniska egenskaper
- › Willoughby, B.G. (2006a): PAHs and other organics in tyres - Origins and potential for release. Background material for the Standards for Artificial Turf Working Group. Technical Note - BGW/60623.
- › Willoughby, B.G. (2006b): Rubber - Its implications to environmental health (Hydrocarbon Rubbers). Powerpoint presentasjon.
- › Åbøe, R.; Håøya, A.-O. & Edeskär, T. (2004): Leaching of fenols from tire shreds in a noise barrier. Sustainable Waste Management and Recycling. Kingston University, London.

## Bilag A Innholdsstoffer i løs gummigranulat, mg/kg

<b>Undersøkelser av løs gummigranulat, Skandinavia</b>									
Undersøkelse	Plesser et al. (2004), Norge				Nilsson et al. (2008), Danmark				
Materiale	Granulat av dekk	Granulat av dekk	Granulat av dekk	EPDM	Granulat av dekk	Granulat av dekk	Polyuretan coatet granulat av dekk	EPDM	TPE
Arsen	<3	<3	<2	<2					
Bly	20	15	17	8					
Kadmium	1	1	2	<0,5					
Kobber	35	20	70	3					
Krom	<2	<2	<2	5200					
Kvikksølv	0,04	0,04	0,03	<0,03					
Nikkel	<2	<1	<5	<5					
Sink	7500	7300	17 000	9500	16 200	18 500	16 800	16	
PCB (7)	<0,175	<0,175	0,202	<0,004					
PAH (16)	51	74	76	1					
DEHP	21	21	29	3,9	-	52	-	-	62
Ftalater, totalt	85	106	36	14	-	52	77	-	62
4-t-Oktylfenol	33,7	27,8	19,6	0,05	-	-	-	-	--
4-n-Nonylfenol	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	-	-
iso-Nonylfenol	21,2	21,6	9,12	1,12	-	-	-	-	-
Benzothiazol					13	60	78	-	-
6PPD					1 040	649	727	-	-

	Undersøkelser av løs gummigranulat, Skandinavia, mg/kg					Undersøkelser av løs gummigranulat, Europa, mg/kg		
Undersøkelse	Nilsson et al. (2008), Danmark				Kemikalieinspektionen (2006), Sverige	TÜV Rheinland Group (2005)		San Miguel et al. (2002)
Materiale	TPE, brun	Granulat av industriell gummi	Granulat av industriell gummi farget grønt	Nyt gummi-granulat fra en bane (industriell gummi)	50 % dekk / 50 % EPDM	Granulat fra dekk (BaP i par-entes)	EPDM granulat (BaP i par-entes)	Granulat fra dekk
Arsen								<5
Bly					1,2			59
Kadmium					<0,1			2,9
Kobber					4,0			69
Krom					2,2			49,4
Kvikksølv					<0,005			
Nikkel								5,9
Sink		10 000	15	8500	18 000			12 700
PAH (16)					20	46 (<0.1)	0.14 - 1.2 (<0.1)	
Ftalater, total	175	50						
Cyclohexanamin		153						

<b>Undersøkelser av løs gummigranulat, Europa, mg/kg</b>											
Undersøkelse	Hofstra (2005), Holland								TNO, iflg. Roels (2006)	Intron (2005)	
Materiale	Granulat av dekk, nyt fra bane	Granulat av dekk, nyt fra bane	Granulat av dekk, nyt fra bane	Granulat av dekk, nyt fra bane	Granulat av dekk, nyt fra bane	Granulat av dekk*, nyt fra produsent	Granulat av dekk*, nyt fra produsent	Granulat av dekk**, nyt fra produsent	EPDM	Granulat av dekk, personbil/ lastbil	Granulat av dekk, personbil/ lastbil
Arsen	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3			
Bly	20	12	22	21	15	19	21	20			
Kadmium	1,4	0,82	1,7	1,4	1,0	1,4	1,5	1,6			
Kobber	72	30	78	74	31	50	120	260			
Krom	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4			
Kvikksølv	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Nikkel	<2	3,5	9,4	3,1	2,8	2,3	2,1	10			
Sink	8200	9700	7200	7800	5000	9400	8800	19 000			
Toluen	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,15	0,10	0,19			
Styren	0,05	0,05	<0,05	<0,05	0,05	0,47	0,15	0,10			
PAH (16)	58	47	62	71	46	71	54	54	3,8	33/14	112/90

\* personbil

\*\* lastbildekk

<b>Undersøkelser av løs gummigranulat, USA, mg/kg</b>									
Undersøkelse	Crain & Zhang (2006), New York		Crain & Zhang (2007), New York			Dickey (2007), San Francisco. NB analysert med XRF			
Materiale	Granulat av dekk, nytt fra bane	Granulat av dekk, nytt fra bane	Granulat av dekk, gl. fra bane	Granulat av dekk, gl. fra bane	Granulat av dekk, nytt fra bane	Dekkgranulat, Forever Green, 2 prøver	Dekkgranulat, ARMS Enviro-Fill, 2 prøver	Dekkgranulat, Motz	Dekkgranulat, Sprinturf, 2 prøver
Bly						24 - 99	i.d.	i.d.	i.d. - 59
Sink						67 500 - 68 100	1.d.	93 300	57 200 - 69 670
PAH (16)	25,3*	17,9*	3,8**	2,4**	1,7**				

\* kun 6 PAHer funnet; \*\* kun 3 PAH er funnet

<b>Undersøkelser av løs gummigranulat, USA, mg/kg</b>								
Undersøkelse	US EPA (2009) Flere steder i USA							Vetrano (2008) New York
Materiale	Dekkgranulat, bane 1	Dekkgranulat, bane 2	Dekkgranulat, bane 3	Dekkgranulat, bane 4	Dekkgranulat, bane 5	Dekkgranulat, lekeklass 1	Dekkgranulat, lekeklass 2	Dekkgranulat fra 3 baner
Arsen	0,18 - 0,55	0,13 - 0,44	0,08 - 0,11	<0,05	0,28 - 0,4	0,04 - 15	0,25 - 0,28	0,8
Bly	13 - 35	20 - 44	10 - 48	14 - 19	20 - 24	1 - 440	3,4 - 7,8	5,9 - 410
Kadmium	0,69 - 1,05	0,35 - 1,05	0,3	<0,2	1,4 - 1,6	0,09 - 6,1	0,2 - 0,7	0,23 - 1,3
Kobber	2,6 - 24	1,2 - 17	1,5 - 7,3	1,0 - 2,6	8,5 - 14	0,05 - 3,7	2,7 - 5,0	
Krom	0,24 - 1,01	0,2 - 0,3	0,3 - 0,6	< 0,2	1,0	0,3 - 1,7	1,6 - 3,0	0,9
Nikkel	2,0 - 9,0	0,7 - 2,0	0,3 - 0,9	< 0,3	1,4 - 2,2	0,2 - 2,5	1,1 - 1,7	
Sink	5000 - 17 200	3100 - 12 300	4100 - 9900	2700 - 4300	8200 - 11 400	4300 - 17 500	12 100 - 18 000	1800 - 13 100
PAH (16)								0,22*

\* kun naphthalen

<b>Undersøkelser av løs gummigranulat, USA, mg/kg</b>		
Undersøkelse	RAMP (2007) New York	
Materiale	Granulat fra 5 produsenter	Granulat fra 5 baner
Arsen	<0,5 - 1,0	
Bly	3,8 - 67	<70 - 270
Kadmium	<0,5 - 0,6	
Krom	<1 - 1,5	
Sink	10 600 - 17 000	
Toluen	<0,01 - 0,02	
PAH (16)	11 - 48	
DEHP	10,8 - 203	
DEP	<3 - 3,1	
N-nitrosodiphenylamin	<2 - 7	
Benzothiazol		påvist
4-t-Oktylfenol		påvist

## Bilag B Innholdsstoffer i fabrikkstøpte materialer, mg/kg

Undersøkelse	Miljøstyrelsen (2005), DK	Miljøstyrelsen (2008), DK	Ottesen et al. (2011), Norge		SGS (2009) Tyskland
Prøve	Overside, nye fliser, dekkgranulat, polyuretan bindemiddel	Polyuretan bundet granulat (ikke fra dekk)	Median og middelværdi, 14 gummihjeller av bildekk	Gressforsterkningsmatter	Rødbrun matte
Arsen					<1
Bly					1.5
Kadmium					<1
Krom			0,06/2,3		<1
Kvikksølv					<0,05
Sink		10 100	16 000/15 6000	9860	
PCB (7)			0,37/0,35	0,002	
PAH (16)	55 (12 PAHer)		20,5/29,4		
DEHP			280/280	9100	
Ftalater, totalt				9268	
4-n-Nonylfenol			11,0/10,7	22	
DPPD	7.7				
6PPD	235.7	74			
IPPD	3.6				
PAN	4.3				
Benzothiazol		42			
Bromerte flammehemmer, totalt			i.p. - 0,17	i.p.	

DPPD = N,N'-diphenyl-p-phenylendiamin, 6PPD = N-(1,3-dimetylbutyl)-N'-phenyl - phenylendiamin, IPPD = N-isopropyl-N'-phenyl-p-phenylendiamin, PAN = 1-naphtyl-phenyl-amin



## Bilag C    Innholdsstoffer i materialer støpt på stedet, mg/kg

Undersøkelse	Ottesen et al. (2011), Norge			
Prøve	Sort bunn, ukjent materiale	Sort topp, 5 år EPDM	Rød ny topp, EPDM	Sort ny bunn, granulat fra dekk
Krom	IP	IP	IP	IP
Sink	1100	1900	1990	9350
PCB (7)	IP	IP	IP	0,19
PAH (16)	0,63	6,8	8,8	80
DINP	IP	IP	<100	560
4-n-Nonylfenol	0,38	0,7	1,4	9,8
PBDE 209	0,059	<0,12	<0,11	<0,14

## Bilag D Innholdsstoffer i dekk, mg/kg

Skandinavia							
Undersøkelse	Nilsson et al. (2005) Danmark						Westerberg et al. (2000)
Prøve	Belgisk dekk, slitebane, brukt, lastebil	Koreansk dekk, sidegummi, brukt, personbil	Koreansk dekk, slitebane, brukt, personbil	Finsk dekk, slitebane, nyt, personbil	Tjekkisk dekk, slitebane, brukt personbil	Traktordekk	Dekklipp
Arsen			<5				<10
Bly			59				<10
Kadmium			2,9				<2
Kobber			68,5				32
Krom			49,4				<2
Nikkel							
Sink			5,9				
PAH (16)	75*	19*	47*	85*	77*	173*	62
DPPD	0,0	<1	<1	1,2	37	36	
6PPD	259	1957	1297	2478	263	536	
IPPD	341	39	20	3	356	6	
PAN	<1	<1	<1	<1	<1	-	

\* 12 PAHer

DPPD = N,N' -diphenyl-p-phenylendiamin

6PPD = N-(1,3-dimetylbutyl)-N'-phenyl - phenylendiamin

IPPD = N-isopropyl-N'-phenyl-p-phenylendiamon

PAN = 1-naphtyl-phenyl-amin

## Bilag E     Utvasking av miljøgifter fra løs gummigranulat, µg/l

<b>Skandinavia</b>									
Undersøkelse	Plesser et al. (2004) Norge				Nilsson et al.(2008) Danmark				
Prøve	Granu- lat av dekk	Granu- lat av dekk	Granu- lat av dekk	EPDM	Granulat av dekk	Polyuretan coatet granulat av dekk	Granulat av industriell gummi	Nyt gummi- granulat fra en bane (industri- ell gummi)	Brukt gummi- granulat fra en bane (industri- ell gummi)
Utvaskingsmedie	Deionisert vann, batch, L/S=1110				Deionisert vann / NaCl / CaCl <sub>2</sub> ** (de organiske stoffer kun med vann og CaCl <sub>2</sub> ), Sink i mg/l				
Krom	-	-	-	<2					
Sink	2290	1220	590	80	0,59/7,4/0,36	1,4/0,38/<0,05	<0,05/ia/ia	0,06/0,11/0,94	2.3/11/1.5
PCB (7)	-	-	<0,01	-					
PAH (16)	0,87	0,44	-	-					
DEHP	5,1	5,6	-	-		-		114/83	
DBP	3,3	2,1	-	-	72/-	69/-		158/7	
DIBP	-	-	-	-	83/21	94/-		81/24	
	21	26		-				428/	
4-t-Oktylfenol	3,6	2,95	-	-	-	-		-	
4-n-Nonylfenol	0,043	<0,02	-	-	-	-		-	
iso-Nonylfenol	1,12	0,568	-	-	-	-		-	
6PPD					687/391	324/266		-	
IPPD					-	-		-	
Benzothiazol					528/385	578/437		245/574	
Cyclohexanamin					-	-		1610/533	
2,4 Di-tert-butylfenol					-	-		-	

<b>Utvasking av miljøgifter fra løs gummigranulat / kunstgressbaner, Skandinavia, µg/l</b>								
Undersøkelse	Nilsson et al.(2008) Danmark					Westerberg et al. (2000) Sverige		Grunder (2011) Danmark
Prøve	Granulat av dekk	EPDM	TPE, 3 farget	TPE, brun	I drenvann fra fotballbane	Shreddede dekk		Genan granulat
Utvaskingsmedie	Deionisert vann / NaCl / CaCl <sub>2</sub> Sink i mg/l				Regn	Deionisert vann	NaOH	DIN utvaskingstest, vann/forsuret vann
Arsen						2,3	1,7	
Bly						8,4	48,8	<20
Kadmium						0,08	0,12	<1
Kobber						5,8	380	
Krom						3,0	6,0	<8
Kvikksølv						<0,02	0,04	<1
Nikkel						4,3	1,4	
Sink					59	1310	7050	30 - 40/ 6800 - 7300
PAH (16)						<3	<3	
DEHP	14	-	-	-	7			
DBP	170	178	61	65/-				
DIBP	98	93	30	76/-				
6PPD	641	-	-	-				
IPPD	73	-	-	-				
Nonylfenol								
Benzothiazol	293	-	18	-	1,5			
2,4 Di-tert-butylfenol	-	-	250	78/54				

<b>Utvasking av miljøgifter fra løs gummigranulat, Europa, µg/l</b>								
Undersøkelse	Hostra (2005), Holland							
Prøve	Granulat av dekk, nyt fra bane	Granulat av dekk, nyt fra bane	Granulat av dekk, nyt fra bane	Granulat av dekk, nyt fra bane	Granulat av dekk, nyt fra bane	Granulat av personbildekk, fra produsent	Granulat av personbildekk, fra produsent	Granulat av lastbildekk, fra produsent
Utvaskingsmedie	Kolonnetest, CaCl <sub>2</sub> , NB enhed: mg/kg ds/ for produsenter også resultat av DIN TEST V18305-7, NB enhed µg/l							
Arsen	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Bly	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1/5	<0,1/<5	<0,1/<5
Kadmium	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005/0,2	<0,005/0,2	<0,005/<0,1
Kobber	<0,05	<0,05	<0,05	0,076	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Krom	<0,05	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5	<0,05/<2	<0,05/<2	<0,05/3
Kvikksølv	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015/<0,03	<0,0015/<0,03	<0,0015/<0,03
Nikkel	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sink	12	41	19	53	33	4,6/6000	4,0/7000	12/7500
PAH (16)	0,00003	0,0022	0,0076	0,0013	0,0033			

<b>Utvasking av miljøgifter fra løs gummigranulat / kunstgressbaner, Europa, µg/l</b>						
Undersøkelse	Moretto et al.(2007), Frankrig*				Kolitzus, H.J. (2007) Schweiz	Hofstra (2009) Holland
Prøve	Testbane, granulat fra dekk	Testbane, EPDM	Testbane, TPE	In situ, granulat av dekk	Utvasking fra 10 lysimetre med forskjellig granulat	Avløpsvann fra 7 kunstgressbaner
Utvaskingsmedie	Vannhanevann			Regn	Regn	
Arsen	0 - 18	0 - 5	0 - 10	0 - 10		
Bly	0 - 10	0	0 - 20	0		
Kobber	0 - 42	0 - 45	0 - 60	0 - 10		
Sink	0	0	0	0 - 500	3 - 9	0,02 - 0,026
PAH (16)					påvist	
Benzothiazol					10 - 300**	

\* verdier avlest fra kurver;

\*\* og forskjellige aromatiske amino komplekser;

\*\*\* innhold i regnvann 0,02 µg/l

<b>Utvasking av miljøgifter fra løs gummigranulat / kunstgressbaner, USA, µg/l</b>								
Undersøkelse	New York State Department of Environmental Conservation (2009)			Li et al. (2010), Connecticut		Milone et al.(2008), Connecticut		
Prøve	Granulat av lastebilsdekk, fra produsent	Granulat av blandede dekk, fra produsent	Overflatevannprøve ved bane	17 prøver av granulat fra dekk	14 prøver fra "alternativt" granulat	Prøver fra avløpsvann fra kunstgressbane1	Prøve fra avløpsvann fra kunstgressbane2	Prøve fra avløpsvann fra kunstgressbane3
Utvaskingsmedie	Kolonne-test, forsuret, µg/l		Regn	SPLP metoden, forsuret vann, µg/l		Regn		
Arsen			<1,8	<3 - 28	<3 - 13			
Bly			1,7	<0,5 - 70	<0,5 - 14	<1	<1	<1
Kadmium			<0,35	<1 - 17	<1	<1	<1	<1
Kobber			5,4	<5 - 143	<5 - 350			
Krom			2,2	<1 - 31	<1 - 1580			
Kvikksølv			<0,13					
Nikkel			8,8	8,6 - 57	1,3 - 380			
Sink	292 ± 72	214 ± 80	59,5	3170 - 51 000	<100 - 1100	<20 - 31	5	36
Benzothiazol	215 ± 25	93 ± 6		60 - 268	1 - 6,1			

<b>Utvasking av miljøgifter fra løs gummigranulat / kunstgressbaner, USA, µg/l</b>								
Undersøkelse	Milone et al.(2008), Connecticut							Vidair et al. (2007), Florida
Prøve	Nyt granulat fra dekk	Granulat fra bane 1 etter 4/6/12 mnd	Granulat fra bane 2 etter 6 mnd	Granulat fra bane 3 etter 4 mnd	Prøver fra avløpsvann fra kunstgressbane	Granulat fra dekk	Granulat fra dekk	Overflatevann ved granulatbelagt P-plass
Utvaskingsmedie	SPLP metoden				Regn	Syntetisk overflatevann v. pH 5, 7 & 9	Regn	Regn
Arsen	<4	<4	<4	<4		0 - 2,8	1,24	
Bly	<13	<13/6/<13	4	<13		0 - 23	0	6
Kadmium	<5	<5	<5	<5				
Kobber	<40	<4	<4	ia	1,5 - 5	0 - 4	0	
Krom	<5	<5	<5	<5		0,03 - 3.2	0,9	2 (4 i kort boring)
Kvikksølv	<2	<2	<2	<2				
Nikkel	<50	<50	<50	<50				
Sink	1600	910/1900/2400	1100	4700	10 - 260	2500 - 18 900	4500	



## Bilag F    Utvasking av miljøgifter fra fabrikkstøpte materialer, µg/l

Undersøkelse	Nilsson et al. (2005) DK	Nilsson et al. (2008) Danmark
Prøve	Overside av nytt fallunderlag, fliser	Polyuretan bundet granulat (ikke fra dekk)
Utvaskingsmedie	Kunstig svette	Deionisert vann / NaCl
Arsen		
Bly		
Kadmium		
Kobber		
Krom		
Kvikksølv		
Nikkel		
Sink		270/410
PCB (7)		
PAH (16)	0,06**	
6PPD	5,1	
IPPD	0,5	

\*\* frigivelse ved kontakt med kunstig svette, 2 PAHer i ng/m<sup>2</sup>: Fluoranthen og pyren

## Bilag G Utvasking fra dekk, µg/l

Undersøkelse	Nilsson (2005) Danmark					Åbøe et al. (2004) Norge	
Prøve	Belgisk dekk, slitebane, brukt, lastebil	Koreansk dekk, sidegummi, brukt, personbil	Koreansk dekk, slitebane, brukt, personbil	Finsk dekk, slitebane, nyt, personbil	Tsjekkisk dekk, slitebane, brukt personbil	Dekklipp brukt i støyvoll	Avløp fra støyvoll av deklipp
Utvaskingsmedie	Udvaskingstest					Utvaskingstest	Regn
Arsen	0,03	0,05	0,03	0,3	0,05		
Bly	0,04	0,08	0,06	0,5	0,07		
Kadmium	0,95	19	44	50	0,7		
Kobber	5,8	0,4	ip	0,1	10		
Krom							
Sink							
PAH (16)	0,07**	0,13**	0,09**	0,8**	0,12**		
4-t-Oktylfenol						2 - 5	0,02 - 5
4-n-Nonylfenol						0,01 - 0,03	0,004 - 0,005
iso-Nonylfenol						0,5	0,2 - 1,5
Oktylfenol ethoxylat						1,5 - 2,4	0,007 - 0,015
Nonylfenol ethoxylat						13,8 - 16,5	
Bisfenol A						5,6 - 14,3	0,08 - 3
6PPD	0,95	19	44	50	0,7		
IPPD	5,8	0,4	<0,1	0,1	10		

\*\* frigivelse ved kontakt med kunstig sved, 2 PAHer i ng/m<sup>2</sup>: Fluoranthen og pyren

<b>Utvasking fra dekk, lab og felt, USA, µg/l</b>		
Undersøkelse	Vidair (2007) resultater fra flere laboratorium og feltstudier	
Prøve	Labstudier, SPLP	Feltstudier
Utvaskingsmedie	Forsuret vann	Regn
Arsen		0,13
Bly	30	
Kadmium		1,1
Kobber		
Krom	48	55
Kvikksølv	0,4	
Sink	500 - 2950	26 - 618
1,1-dikloretan		<5
Kloretan		2
Trikloeten		0,8 - 16
Cis - 1,2 - dikloretan		24
Metyl isobutyl keton		<5 - 58
Toluen	190	2,6
N-nitrosodimetylamin		7
N-nitrosodifenylamin		7
Benzothiazol	900	

## Bilag H    Utvasking fra dekklag under veier, µg/l

	Humphrey et al. (2006) Maine, USA	
	Avløpsvann fra testvei med dekkunderlag	Vann fra kontrollboringer ved testvei med dekkunderlag
Utvaskingsmedie		
Arsen		
Bly	<2	<50
Kadmium	<0,5	<5
Kobber	<9	<10
Krom	<6	
Kvikksølv		
Nikkel		
Sink	82	<10

## Bilag I      Innhold i jord under fallmatter eller granulat, mg/kg

Skandinavia			USA
Undersøkelse	Ottesen (2011) Norge	Nilsson et al. (2005) Danmark	Vidair et al. (2007) Florida
Prøve	Jord under fallmatter		Jord under P-plass
Arsen			13,3
Sink			45
PCB (7)	0,006	0,0039	
PAH (16)	0,87	0,31	12/9/27***
DEHP	<1	<1	
DIBP	<0,5	0,57	
Hydrokarboner	390	190	0,06*
4-t-Oktylfenol			
4-n-Nonylfenol			
iso-Nonylfenol			
PBDE-99 (penta)**	0,0029	0,00054	
PBDE-209 (deka)	0,0375	0,0047	
6PPD			33/22/110***
IPPD			3/1/5***

\* toluen; \*\* PBDE = Polybromerede difenyletere, \*\*\* prøver til 3 tidspunkter over 2 måneder

6PPD = N-(1,3-dimetylbutyl)-N'-phenyl - phenylendiamin

IPPD = N-isopropyl-N'-phenyl-p-phenylendiamon