

# **Helse- og miljøskadelige stoffer i støtdempende fallunderlag på lekearealer for barn**

Rolf Tore Ottesen<sup>1</sup>, Lise Støver<sup>2</sup> og  
Bjørn Ove Berthelsen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Norges geologiske undersøkelse  
(NGU)

<sup>2</sup>Miljøenheten, Trondheim  
kommune (TK)

**TA -2759/2011**

**RAPPORT**



Utførende institusjon Trondheim kommune (TK) og Norges Geologiske undersøkelse (NGU)	Kontaktperson Klif Kine Martinsen	TA nummer 2759/2011
---	--------------------------------------	------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Lise Støver	År 2011	Sidetall 32	Klifs kontraktnummer 3010087
---	------------	----------------	---------------------------------

Prosjektet er finansiert av Klima- og forurensningsdirektoratet / Miljøverndepartementet
--

Forfattere Rolf Tore Ottesen, Lise Støver og Bjørn Ove Berthelsen
Tittel - Helse- og miljøskadelige stoffer i støtdempende fallunderlag på lekearealer for barn
Sammendrag Det er utført kjemiske analyser av støtdempende fallunderlag, gummiheller og helstøpte gummibelegg, som benyttes i barnehager, skoler og på andre lekeplasser.  Gummiheller er hovedsakelig produsert av gummigranulater fra resirkulerte dekk som er limt sammen med polyuretan. De analyserte gummihellene inneholder de samme helse- og miljøskadelige stoffer som finnes i bildekk, bl.a. sink, oljeforbindelser (THC, totale hydrokarboner C <sub>5</sub> -C <sub>35</sub> ), PAH- og PCB-forbindelser, nonylfenol, og ftalater.  De helstøpte gummibeleggene rapporteres laget av et toppsjikt av gummigranulater fra ny syntetisk gummi (EPDM), og resirkulerte granulater fra resirkulerte dekk i undersjiktet. Granulatene er limt sammen med polyuretan. I denne typen fallunderlag er det et lavere innhold av helse- og miljøskadelige stoffer, men produktet inneholder THC, PAH og nonylfenol. Bunnsjiktet inneholder PCB, men det ble ikke påvist PCB og isocyanater i toppsjiktet av helstøpte gummibelegg.

En ringmatte (gressforsterkingsmatte) inneholdt dietylheksylftalat (DEHP) og THC i konsentrasjoner over grensen for farlig avfall.

Resultatene fra analyser av jordprøvene antyder utlekking av THC, PAH- og PCB-forbindelser fra gummihellene til den underliggende jorda. Jordprøvene ble ikke analysert for metaller. I prøver av fersk pukk under nylagte gummihellene ble det ikke påvist helse- og miljøskadelige stoffer.

Støtdempende fallunderlag fremstilt av gummigranulater fra resirkulerte bildekk vil sannsynligvis forurense jorda på de lokalitetene hvor de legges ut.

Produsentdokumentasjonen, knyttet til fallunderlag produsert av resirkulerte dekk, gir ikke et korrekt bilde av produktens innhold av helse- og miljøskadelige stoffer.

Med bakgrunn i resultatene presentert i denne rapporten, bør norske myndigheter gjennomføre en helserisikovurdering i forhold til den mulige eksponering små barn utsettes for ved lek på slike fallunderlag.

4 emneord Fallunderlag, resirkulering av bildekk, gummigranulater, gummihellene	4 subject words Shock absorbing materials, recycling of tires, rubber granulates, rubber tiles
---	--

## **Innhold**

Innledning.....	5
Kjemisk sammensetning av bildekk.....	6
Undersøkelse av fallunderlag produsert av gummigranulater av resirkulerte bildekk.....	7
Prøvetaking.....	7
Kjemisk analyse .....	8
Statistiske metoder .....	8
Resultater med kommentarer.....	8
Støtdempende gummiheiler.....	8
Helstøpt gummiheiler .....	12
Ringmatte (gressforsterkningmatte).....	14
Jordprøver.....	15
Dokumentasjon fra produsenter av fallunderlag .....	15
Diskusjon.....	16
Kilder til helse- og miljøskadelige stoffer.....	16
Helse- og miljøskadelige stoffer i nye versus gamle gummiheiler .....	16
Prinsipalkomponentanalyser .....	17
Gummigranulater i kunstgressbaner.....	17
Helse- og miljørisikovurdering for små barn.....	18
Konklusjoner .....	18
Referanser.....	19
Vedlegg .....	21
Vedlegg 1: Kjemiske analyseprogram .....	21
Vedlegg 2: Prøveoversikt .....	22
Vedlegg 3: Resultater fra de kjemiske undersøkelsene.....	23

## Innledning

Støtdempende gummiheller og helstøpt gummibelegg har de siste årene blitt hyppig brukt som fallunderlag på lekeplasser, i barnehager og på skoler i Norge. I motsetning til støtsand, virker gummiunderlag støtdempende også om vinteren. De fleste støtdempende gummiheller som legges ut i Norge i dag, er laget av gummigranulater fra resirkulerte dekk. Bildekk inneholder en hel rekke ulike helse- og miljøskadelige stoffer som resirkuleres sammen med dekkene. Noen produsenter benytter EPDM (eten propen dien monomer), som er ny syntetisk gummi, i toppsjiktet på hellene. EPDM-gummi har et lavt innhold av helse- og miljøskadelige stoffer (Plessner, T. og Lund, O.J., 2004).

Nesten alle europeiske land har etablert returordninger for utslitte bildekk. Totalt er det estimert at det samles inn 3,4 millioner tonn dekk i Europa hvert år. Det meste av dekkene gjenvinnes, enten som energi eller for å lage nye produkter, blant annet fallunderlag (Dekkretur, 2011). Norsk Dekkretur AS samlet i 2008 inn omtrent 50 000 tonn brukte bildekk. Det produseres ikke gummigranulater av kasserte dekk i Norge (Genan, 2011). Produkter av gummigranulater som selges i Norge i dag er hovedsakelig produsert i Tyskland, Nederland og Storbritannia (Ergofloors, 2010; Playtop, 2010; CHP, 2010).

Bruk av gummiheller på kommunale lekeplasser, skolegårder og barnehager er vanlig i norske kommuner. Det har de siste årene foregått planmessig utskifting av støtsand som erstattes med gummiheller. I perioden 2008-2010 ble det lagt ut 2 600 m<sup>2</sup> gummiheller, fordelt på 11 skoler og 21 barnehager, i Trondheim kommune. I tillegg er det lagt ut støtdempende gummiheller på 8-10 kommunale lekeplasser, totalt ca 700 m<sup>2</sup>. Totalt tilsvarer dette 100 tonn gummigranulater. Det finnes ingen oversikt over situasjonen i private lekearealer i Trondheim kommune. Det eksisterer ikke tilgjengelig data fra andre kommuner, men mengden utlagte gummiheller på nasjonalt plan er sannsynligvis betydelig.

Fallunderlag laget av gummigranulater har et overflatesjikt med finkornede granulater som gir en kraftig sammenføyning med grove granulater i bunnsjiktet. Gummiheller inneholder omtrent 90 % granulater som limes sammen med omtrent 10 % polyuretan (isocyanater). Helstøpte gummibelegg leveres ofte med ny syntetisk gummi som overflatesjikt, og resirkulerte dekk i bunnsjiktet. Levetid på en fallunderlag av gummi er rapportert til 5-7 år. Komprimert pukkb brukes ofte som fundament.



**Figur 1:** Eksempel på gummihelle som brukes som fallunderlag under lekeapparater (Ergofloor.dk, 2011)

Miljøenheten i Trondheim kommune (TK) har gått ut med en foreløpig anbefaling om ikke å benytte produkter av resirkulerte bildekk i barns lekemiljø, før produktenes innhold av helse- og miljøskadelige stoffer og deres utlekkingspotensial er bedre dokumentert.

Trondheim kommune og Norges geologiske undersøkelse (NGU), tok i august 2010 kontakt med Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) for å få igangsatt et prosjekt for å skaffe dokumentasjon av nivået av helse- og miljøskadelige stoffer i fallunderlag. Klif og Miljøverndepartementet (MD) så behovet for å øke faktagrunnlaget om innholdet og mulig utlekking av helse- og miljøskadelige stoffer fra slike produkter. MD og Klif valgte derfor å støtte prosjektet som ble igangsatt i oktober 2010.

Denne rapporten presenterer resultater fra kjemiske analyser av fallunderlag (gummiheller og helstøpt gummibelegg) sammenlignet med produsentenes produktdatablad.

### **Kjemisk sammensetning av bildekk**

Bildekk inneholder over 60 ulike kjemiske stoffer (Kemikalieinspektionen, 1994). Gummi (naturlig og syntetisk) utgjør 40 prosent av innholdet. Høyaromatisk olje, som er et restprodukt fra oljeraffinering, tilsettes som mykgjørere i dekkene, og utgjør ca 15-20 % av dekkgummi. Oljen løses opp i gummiblandingen, men er ikke kjemisk bundet til gummi. Oljen inneholder blant annet PAH-forbindelser og alkylfenoler. Andre viktige bestanddeler i bildekk er Carbon black, svovel, sink, krom og andre metaller (Kemikalieinspektionen, 2003; Statens vegvesen, 2004). Både EU og Miljøverndepartementet har fastsatt forbud mot bildekk med høyaromatiske oljer med mer enn 20 mg PAH/ kg fra 2010, så framtidens bildekk vil inneholde mindre PAH enn dagens dekk. Både Carbon black og naturgummi kan imidlertid inneholde PAH.

Sinkforbindelser benyttes som aktivatorer ved vulkanisering (Statens vegvesen, 2007). Forbindelsene er ofte forurenset med kadmium. Bildekk inneholder 1,5 – 2 vektprosent sink. Lastebildekk inneholder mer sink enn personbildekk (Statens vegvesen, 2007). Dekkgummi inneholder også vannløselige tilleggsstoffer som ikke er kartlagt i denne undersøkelsen. I gummiproduksjonen benyttes ofte sterke løsningsmidler eksempelvis trikloreten og isopropyl-fenyl-fenylendiamin (IPPD).



**Figur 2:** Bildekk kappes opp og kvernes til gummigranulater (Teknisk ukeblad, 2011)

## Undersøkelse av fallunderlag produsert av gummigranulater av resirkulerte bildekk

### Prøvetaking

Det ble samlet inn 14 prøver av gummiheller (Tabell 1 og Vedlegg 2), fordelt på 8 prøver av gummiheller fra Trondheim kommune, 2 gummiheller fra Bergen kommune og 4 gummiheller fra to leverandører som selger fallunderlag i Norge.

Helstøpte gummibelegg ble samlet inn ved 2 lokaliteter i Trondheim, samt ett gummibelegg sendt inn fra en norsk leverandør. Én ringmatte (gressforsterkningsmatte) ble levert fra Bergen kommune.

Alle gummiprodukter var tilfeldig valgt, og produsenter av fallunderlag vil ikke bli publisert i denne rapporten.

**Tabell 1:** Prøveoversikt for gummiheller, helstøpte gummibelegg og ringmatte

Prøve	Prøvetype	Farge	Alder	Tykkelse cm	Sted/ produsent	Kommentarer
1	Gummihelle	Rød	Nylagt	7,5	Møllenberg Ø	
2	Gummihelle	Rød	Nylagt	7,5	Møllenberg N	
7	Gummihelle	Rød	Ny	7,5	TK lager	
8	Gummihelle	Rød	Ny	2,5	TK lager	
9	Gummihelle	Svart	Ny	7,5	TK lager	Underdel av prøve 10
10	Gummihelle	Rød	Ny	7,5	TK lager	Overdel
14	Gummihelle	Rød	15 år	7,5	Kalvskinnet	Svært slitt
17	Gummihelle	Svart	Ny	2,5	Safe Play	
18	Gummihelle	Grønn	Ny	2,5	Safe Play	
19	Gummihelle	Rød/svart	Ny	7,5	Safe Play	
22	Gummihelle	Svart	Ny	2,5	REC	
37	Gummihelle	Rød	Ny	7,5	Bergen	
38	Gummihelle	Rød	7 år	7,5	Bergen	
39	Gummihelle	Svart	Ny	7,5	TK lager	
6	Helstøpt belegg	Svart	Nylagt	-	Lademoen	Ukjent materiale
16	Helstøpt belegg	Svart	5 år	-	Nedre Elvehavn	Gule prikker
20	Helstøpt belegg	Rød	Nytt	-	Safe Play	EPDM, nytt
21	Helstøpt belegg	Svart	Nytt	-	Safe Play	Underdel av prøve 20
36	Gressforsterkningsmatte	Svart	Ny	-	Bergen	

Jord/pukk-prøver ble samlet inn på 7 lokaliteter i Trondheim (Tabell 2 og Vedlegg 2). De fleste prøvene ble tatt under nylig utlagte heller (2010) med tykt pukk/gruslag under hellene. På Trondheim kommunes flerårige lager for gummiheller, samt på én skole, var det mulig å ta jordprøver som hadde hatt direkte kontakt mellom heller og jord i opptil 15 år.

**Tabell 2:** Oversikt for jordprøver samlet inn under gummiheller og helstøpte gummibelegg

Prøve	Prøvetype	Lokalitet	Beskrivelse av prøvested
3	Jord/pukk	Ila skole	Under nylagt helstøpt belegg
4	Jord/pukk	Sverresborg barnehage	Under ny rød helle
5	Jord/pukk	Lian barnehage	Under nylagt rød helle
11	Jord	TK lager	Under div heller; flerårig lagerplass
12	Jord/pukk	Åsvang skole	Pukk under svart, nylagt helle
13	Jord/pukk	Åsvang skole	Pukk under rød, nylagt helle
15	Jord	Kalvskinnet skole	Under rød helle, 15 år

## Kjemisk analyse

Etter en tilbudsforespørsel ble Eurofins valgt til å utføre de kjemiske analysene med bestemmelse av organiske miljøgifter (THC (C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub>), PAH- og PCB-forbindelser, ftalater, bromerte flammehemmere og isocyanater). Analysene ble utført med GC-MS. De organiske forbindelsene ble valgt ut på grunnlag av opplysninger om bildekkenes kjemiske sammensetning. I tillegg ble det undersøkt om fallunderlagene var tilsatt bromerte flammehemmere og ftalater, da det var mistanke om at disse stoffene kunne være tilsatt ved produksjon av fallunderlag. Informasjon fra Klif antydte bruk av isocyanater som lim i helstøpte gummibelegg, og derfor ble kun disse produktene analysert for denne stoffgruppen.

NGU analyserte utvalgte metaller i fallunderlagene med et bærbart XRF-instrument. Det ble ikke analysert metaller i jordprøvene. En oversikt over analyserte stoffer er dokumentert i Vedlegg 1.

## Statistiske metoder

Det ble gjennomført prinsipalkomponentanalyser, PCA, (varimax-rotasjon med Kaiser-normalisering) for nærmere undersøkelser av samvariasjon mellom ulike kjemiske komponenter, og for de ulike prøvetypene mot hverandre. I tillegg er aritmetisk gjennomsnitt og medianverdier beregnet.

Basert på metodikk utviklet av Zhang et al., (2005), er forholdet mellom utvalgte PAH-forbindelser undersøkt for å kunne indikere opphavet (petrogent eller pyrogent) til de påviste PAH-forbindelsene.

## Resultater med kommentarer

### Støtdempende gummiheller

Alle de undersøkte gummihellene (Tabell 3 og Vedlegg 3) inneholder hydrokarboner, sink, jern, nonylfenol, PCB og PAH. En grønn gummihelle inneholder krom, og ftalater ble påvist i to prøver.

Bestemmelsesgrensene for bromerte flammehemmere var relativt høye i denne prøvematriksen, fra 0,11-0,40 mg/kg. Bare én svart gummihelle ble påvist å inneholde polybromerte difenyletere over bestemmelsesgrensen (0,17 mg PBDE-209/kg TS). Det er



ikke kjent om flammehemmere finnes i bildekk eller om de er tilsatt ved produksjon av fallunderlag.



**Figur 3:** Gummiheller utlagt på lekeplass (Foto: Trondheim kommune)

**Tabell 3:** Helse- og miljøskadelige stoffer [mg/kg TS] i 14 prøver av gummiheller

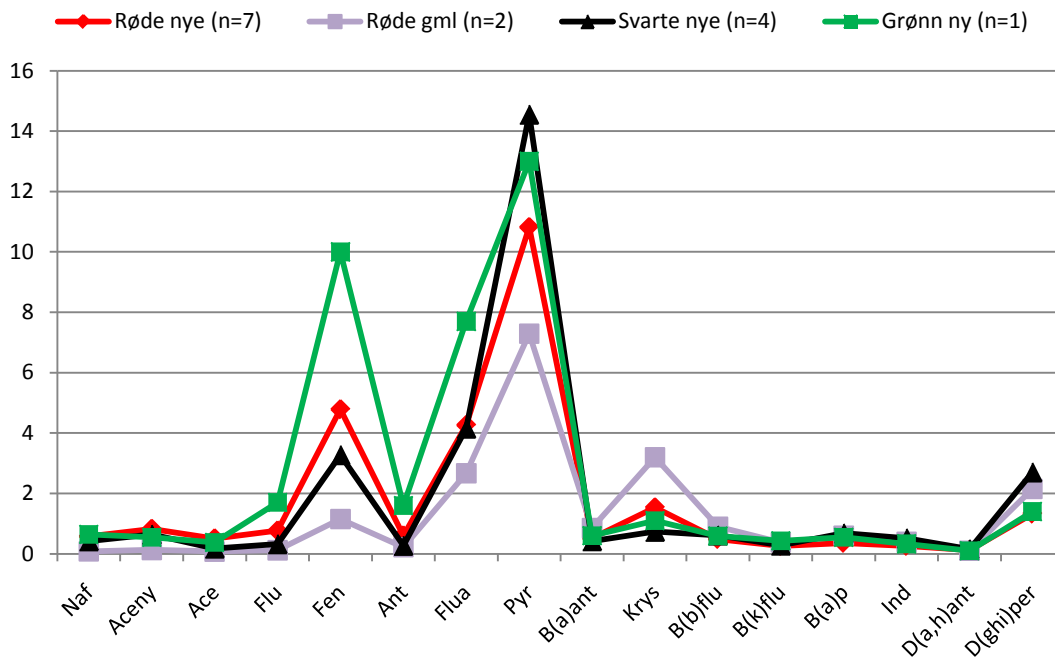
[mg/kg TS]	Median	Aritmetisk middelverdi	Minimumsverdi	Maksimumsverdi
Nonylfenol	11,0	10,7	4,9	16,0
Nonylfenolmonoetoksilater	*	*	<2	7,0
Hydrokarboner (THC > C <sub>12</sub> -C <sub>35</sub> )	12 190	11 520	5 440	19 530
∑16 PAH	20,5	29,4	2,6	87
∑7 PCB	0,37	0,35	0,03	0,65
Dietylheksylftalat (DEHP)	280	280	43	520
Di-isononylftalat (DINP)	*	*	< 100	10 900
Deka BDE (PBDE-209)	*	*	Ikke påvist	0,17
Sink	16 000	15 600	Ikke påvist	19 700
Brom	463	541	Ikke påvist	1 280
Jern	7 970	10 170	213	25 900
Krom	62	2 330	Ikke påvist	13 700

\*Det er påvist konsentrasjoner over bestemmelsesgrensen i 1 prøve, og det er derfor ikke utført statistiske beregninger for disse stoffene

Gummihellene inneholder betydelige mengder tunge hydrokarboner (>C<sub>12</sub>-C<sub>35</sub>). Den høyeste totalkonsentrasjonen av oljeforbindelser (>C<sub>12</sub>-C<sub>35</sub>) i de undersøkte gummihellene (19 530 mg/kg) er nær grensen for farlig avfall (20 000 mg/kg).

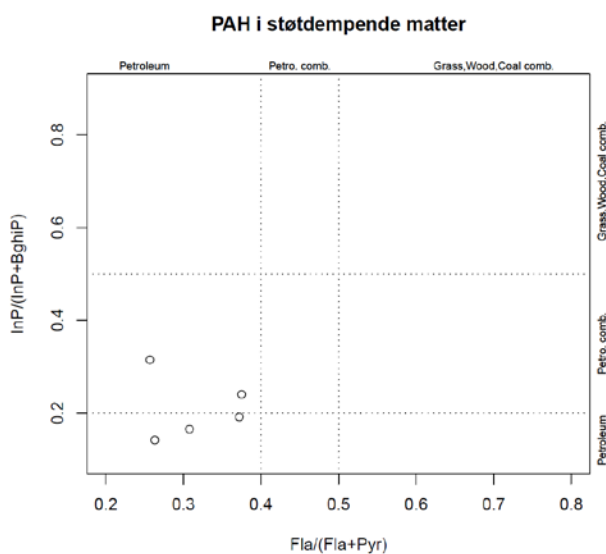
Sinkkonsentrasjonen i gummihellene er i samme størrelsesorden som i bildekk.

De fremtredende PAH-forbindelsene i gummihellene er fenantren og pyren (Figur 4). PAH-profilene viser lavere konsentrasjon og redusert andel lette PAH-forbindelser i gamle gummiHELLER. Dette kan indikere utlekking av PAH-forbindelser fra gummihellene.



**Figur 4:** Aritmetisk gjennomsnitt [mg PAH/kg TS] i nye og gamle (7 og 15 år) gummiHELLER med ulike farger

I flere studier har forholdet mellom utvalgte PAH-forbindelser blitt benyttet for å kunne indikere opphavet (petrogent eller pyrogent) til de påviste PAH-forbindelsene (Zhang et al., 2005). PAH-forbindelsene som er påvist i gummihellene indikerer et petrogent opphav, dvs at de stammer fra myknerolje brukt i dekkproduksjon (Figur 5).



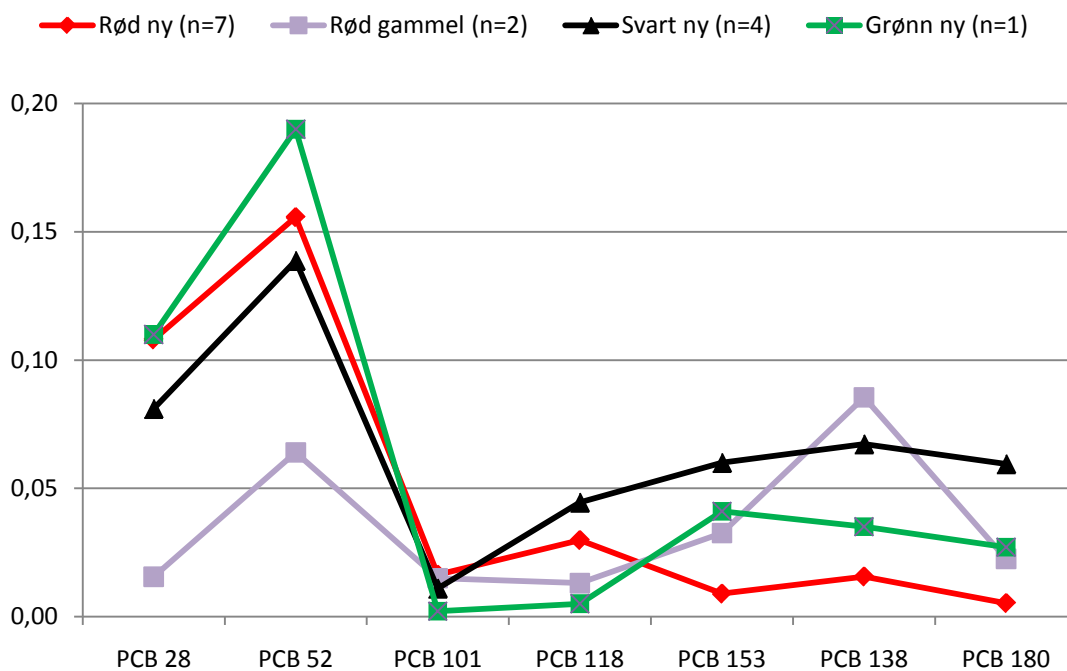
**Figur 5:** Ratioplott for utvalgte PAH-forbindelser som indikerer kilden for PAH i prøvene. PAH i gummiHELLER har et pyrogent opphav

Alle gummihellene inneholder nonylfenol. Mediankonsentrasjonen av dette stoffet i gummihellene (Tabell 3) er lik medianverdien rapportert i en svensk undersøkelse av nonylfenol i tekstiler (Naturskyddsföreningen, 2007). I én helle ble det også påvist nonylfenolmono-etoksilater.

I henhold til Produktforskriften § 2-18 er det forbudt å produsere, importere, eksportere, omsette og bruke stoffblandinger som inneholder blant annet nonylfenol, med unntak av nettopp faste produkter. Utslippene er tilnærmet stanset. Det kan likevel se ut som nonylfenol videreføres i gjenbruks-produkter basert på gummigranulater fra gamle dekk som råvare.

Alle gummihellene inneholder PCB-forbindelser, til tross for at stoffet har vært forbudt i alle europeiske land i 30 år. PCB-kilden er sannsynligvis mykneroljene. Produktforskriftens § 3-1 sier at det er forbudt å omsette, ta i bruk og gjenbruke faste bearbeidede produkter som inneholder PCB.

Figur 6 viser at nye gummiheller inneholder PCB med en dominerende lavklorert profil. Prøver av gamle gummiheller har en mer høyklorert PCB-profil som kan indikere utlekking eller avdampning av de lette PCB-forbindelsene over tid.



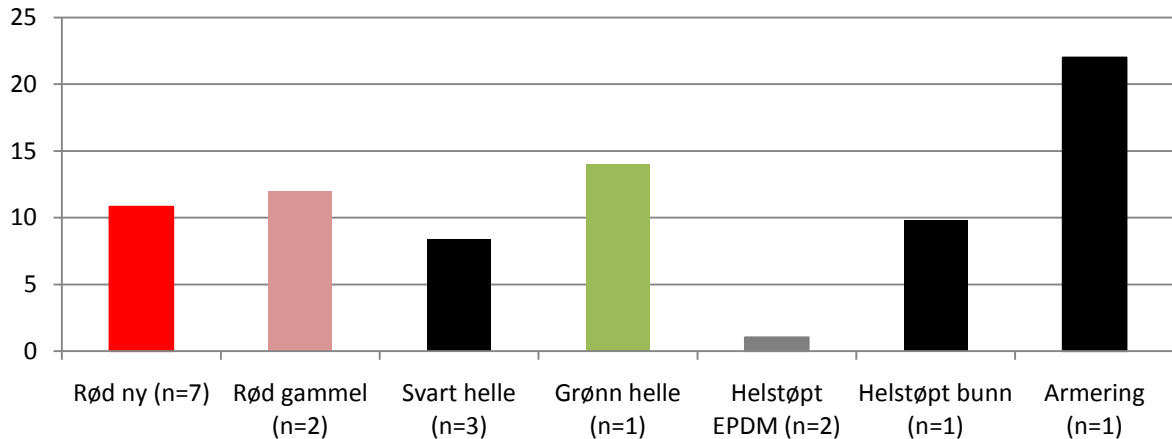
**Figur 6:** Aritmetisk gjennomsnitt [mg PCB/kg TS] i nye og gamle (7 og 15 år) gummiheller med ulike farger

Krom er sannsynligvis tilsatt som grønt pigment under produksjon av gummihellene, da kun den grønne gummihellen inneholder store mengder krom. Røde heller har et forhøyet innhold av jern, som sannsynligvis også har funksjon som pigment. Én svart gummihelle har høy konsentrasjon av di-isononylfталat (DINP) som sannsynligvis er tilsatt som ekstra mykgjører.

## Helstøpt gummibelegg

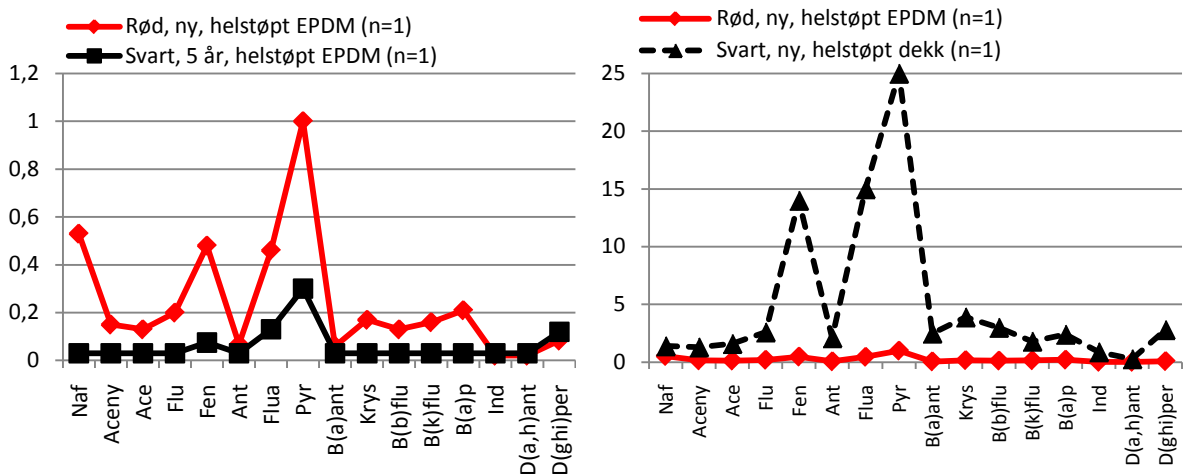
De fleste helstøpte gummibelegg lages med et toppsjikt av gummigranulater av ny syntetisk gummi, EPDM, og med gummigranulater av resirkulerte bildekk i undersjiktet. Helstøpte gummibelegg benyttes til å forme landskapet, og å holde masser på plass, samtidig som det har effekt som fallunderlag.

Helstøpt gummibelegg inneholder THC, PAH-forbindelser og nonylfenoler, men i betydelig lavere konsentrasjoner sammenliknet med gummihellene (Tabell 4, Figur 7, Vedlegg 3).



**Figur 7:** Aritmetisk gjennomsnitt [mg nonylfenol/kg TS] i ulike typer fallunderlag,

Figur 8 viser at andelen lette PAH-forbindelser er høyere i ny EPDM-gummi i forhold til EPDM som har ligget i 5 år. PCB-forbindelser og isocyanater er ikke påvist i prøvene av toppsjikt av EPDM-gummi i helstøpte gummibelegg.



**Figur 8:** Konsentrasjon av enkeltforbindelser [mg PAH/kg TS] i helstøpte gummibelegg av EPDM, sammenliknet med helstøpt bunnsjikt produsert av resirkulerte bildekk.

Konsentrasjonen av sink er betydelig lavere i helstøpte gummibelegg enn i gummihellene, mens konsentrasjonen av brom er 20 ganger høyere i det helstøpte belegget. Høy konsentrasjon av brom indikerer tilstedeværelse av bromerte flammehemmere. På grunn av

metodens høye bestemmelsesgrenser var det ikke mulig å differensiere mellom de ulike fallunderlagene.

Det er sannsynligvis gummigranulatene fra resirkulerte dekk som finnes i undersjiktet i beleggene som er kilden til de påviste miljøgiftene.



**Figur9:** Helstøpt gummibelegg i skolegård (Foto: Rolf Tore Ottesen, NGU)

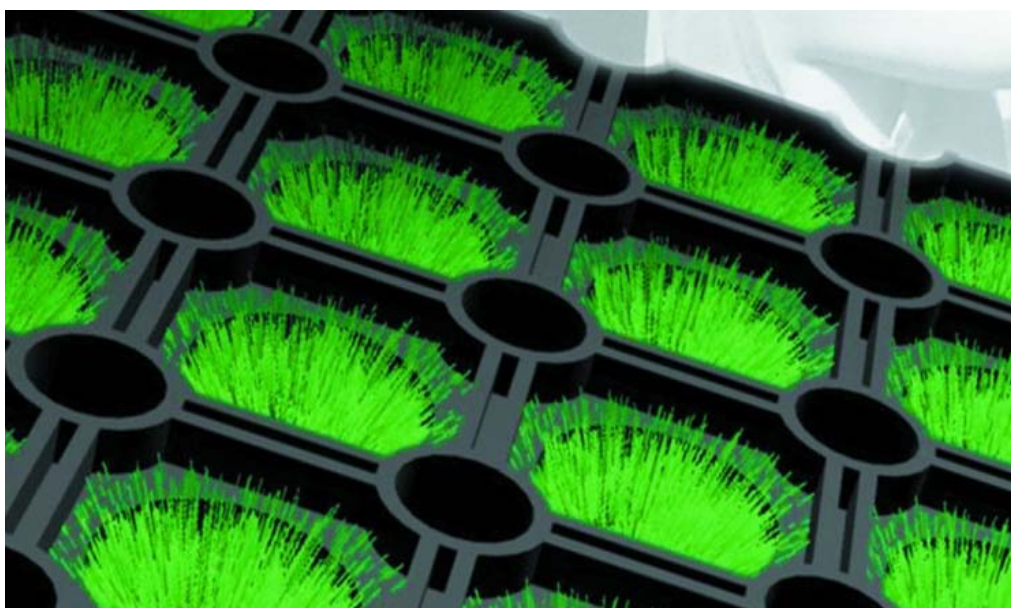
**Tabell 4:** Konsentrasjon (mg/kg TS) av helse- og miljøskadelige stoffer i 4 prøver av helstøpt gummibelegg

[mg/kg TS]	Svart bunn, ukjent materiale	Svart topp, 5 år, EPDM	Rød ny topp, EPDM	Svart ny bunn, granulater bildekk
Nonylfenol	0,38	0,7	1,4	9,8
Hydrokarboner (THC > C <sub>12</sub> -C <sub>35</sub> )	700	3 100	9 390	18 460
∑16 PAH	0,63	6,8	8,8	80
∑7 PCB	ikke påvist	ikke påvist	ikke påvist	0,19
Isocyanater	ikke påvist	ikke påvist	ikke påvist	ikke påvist
Di-isononylfталat (DINP)	ikke påvist	ikke påvist	<100	560
PBDE-209 (deka)	0,059	<0,12	<0,11	<0,14
Sink	1 100	1 900	1 990	9 350
Brom	7 700	7 750	ikke påvist	ikke påvist
Jern	1 000	11 925	16 600	275
Krom	ikke påvist	ikke påvist	ikke påvist	ikke påvist



### Ringmatte (gressforsterkningmatte)

THC-konsentrasjonen (>C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub>) i ringmatta overstiger grensen for farlig avfall (Tabell 5). Prøven inneholdt en rekke ftalater: dibutylftalat (DBP), dietylheksyladipat (DEHA), dietylheksylftalat (DEHP), diisobutylftalat (DIBP), di-n-oktylftalat (DNOP) og tributylfosfat (TBP). Høyest var konsentrasjonen av DEHP, som var på 9100 mg/kg TS. Grenseverdien for farlig avfall for dette stoffet er 5 000 mg/kg TS. I ringmatta ble det også påvist høye konsentrasjoner av PAH-forbindelser og nonylfenol. (Tabell 5 og Vedlegg 3).



Figur 10: Ringmatte (gressforsterkingsmatte) (CHP.no 2011)

Ringmatter benyttes for å forsterke gressdekket der det er stor slitasje. Bergen kommune opplyser at det er lagt ut ca 200 m<sup>2</sup> ringmatter i kommunale barnehager.

Tabell 5: Konsentrasjoner (mg/kg TS) av helse- og miljøskadelige stoffer i prøve av gressforsterkingsmatte, sammenstilt med grenseverdier for farlig avfall

[mg/kg TS]	Prøve 36	Farlig avfall
Nonylfenol	22	2 500
Nonylfenolmonoetoksilater	0,83	-
Oktylfenol	Ikke påvist	2 500
Oktylfenolpolyetoksilater	8,1	-
Hydrokarboner (THC > C <sub>5</sub> -C <sub>35</sub> )	22 000	20 000
∑16 PAH	51	2 500
Dibutylftalat (DBP)	45	-
Dietylheksyladipat (DEHA)	48	-
Dietylheksylftalat (DEHP)	9 100	-
Diisobutylftalat (DIBP)	60	5 000
Di-n-oktylftalat (DNOP)	15	-
Tribetylfosfat (TBP)	15	-
∑7 PCB	0,002	50
Sink	9860	25 000
Barium	2930	-
Titan	960	-

## Jordprøver

De fleste jordprøver ble samlet inn under nylig utlagte gummiheller. Resultatene fra to prøver med lang kontakttid, antyder lekkasje av THC, PAH, ftalater, bromerte flammehemmere og PCB fra gummihellene og til den underliggende jord (Tabell 6 og Vedlegg 3). Dette gjelder prøvelokalitetene 11 og 15 (Tabell 1).

**Tabell 6:** Konsentrasjon (mg/kg TS) av helse- og miljøskadelige i 2 jordprøver samlet inn under gummiheller, sammenstilt med normverdier i Forurensningsforskriften

Komponent	Jord TK*lager (prøve 11)	Jord Kalvskinnen skole (prøve 15)	Normverdi (TA-2553/2009)
THC (>C <sub>8</sub> -C <sub>10</sub> )	<5	<5	<10
THC (>C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub> )	<5	<5	50
THC (>C <sub>12</sub> -C <sub>35</sub> )	390	190	<100
∑16 PAH	0,87	0,31	<2
∑7 PCB	0,006	0,0039	<0,01
DIBP	<0,5	0,57	-
DEHP	<1	<1	<2,8
PBDE-99 (penta)	0,0029	0,00054	<0,08
PBDE-209 (deka)	0,0375	0,0047	<0,002

\*TK = Trondheim kommune

## Dokumentasjon fra produsenter av fallunderlag

En tysk produsent har benyttet "Forskrift om sikkerhet ved leketøy" med tilhørende standard NS-EN 71-3 "Safety of Toys - Migration of Certain Elements" for kvalitetssikring (Tabell 7). Forskriften stiller krav til bestemmelse av arsen, bly, kadmium, krom, barium, kvikksølv, antimon og selen. Alle publiserte produktdatablader viser at innholdet av de undersøkte metaller er lavt. Standarden er laget med tanke på leker generelt, og man undersøker stoffer som nesten ikke finnes i bildekk. Innhold av PAH-forbindelser er oppgitt.

**Tabell 7:** Dokumentasjon fra tysk produsent

Produsent	Type dokumentasjon	Stoff omtalt	Kommentarer
Conradi & Kaiser GmbH Tyskland	Fysiske egenskaper	Tetthet, strekkstyrke, fargestabilitet, askeinnhold, partikkelstørrelse, type polymer (EPDM)	"Forskrift om sikkerhet ved leketøy"
	Kjemiske parametre	Arsen, bly, kadmium, krom, barium, kvikksølv, antimon og selen (HCl ekstraksjon)	
	Tilgjengelige farger	25 standard farger pluss andre på bestilling	

En nederlandsk produsent har benyttet det nederlandske "Building materials decree" i sin kvalitetssikring (Tabell 8). Her stilles det krav til bestemmelse av arsen, bly, kadmium, krom, barium, kvikksølv, antimon, selen og sink.

**Tabell 8:** Dokumentasjon fra nederlandsk produsent

Produsent	Type dokumentasjon	Stoff omtalt	Kommentarer
Granuband Granoflex rubber tiles	Kjemiske parametre, organiske miljøgifter	16 PAH-forbindelser	Benyttet grenseverdiene i det nederlandske "Building materials decree" da gummigranulater ble undersøkt
	Kjemiske parametre, grunnstoff	Arsen, bly, kadmium, krom, barium, kvikksølv, antimon, selen og sink	Kun resirkulerte personbildekk

Ingen av produsentene dokumenterer innholdet av THC, ftalater, fenoler og PCB som representerer viktige miljøgifter i gummigranulatene og i gummihellene. Produsentenes dokumentasjon av kjemisk innhold i gummiheller og helstøpt gummibelegg gir ikke et korrekt bilde av produktenes innhold av helse- og miljøskadelige stoffer.

## Diskusjon

### Kilder til helse- og miljøskadelige stoffer

De påviste stoffene, THC, PAH- og PCB-forbindelser, sink og nonylfenol, er de samme som finnes i bildekk. Gjenvinning av bildekk med produksjon av gummigranulater som råstoff for nye produkter, resulterer i resirkulering og spredning av helse- og miljøskadelige stoffer.

Det finnes ingen dokumentasjon for at bildekk inneholder bromerte flammehemmere, noe som sannsynliggjør at stoffene er tilsatt under produksjon av fallunderlag.

Noen metaller, for eksempel krom og jern, er sannsynligvis tilsatt som pigment i produksjon av fallunderlag. Ftalater er sannsynligvis tilsatt i produksjonsprosessen som mykgjørere i fallunderlagene.

### Helse- og miljøskadelige stoffer i nye versus gamle gummiheller

Innholdet av helse- og miljøskadelige stoffer i nye/nylagte gummiheller versus heller som har ligget ute flere år viser en tendens til at konsentrasjonen er høyere i nye heller (Tabell 9). Dette kan indikere utvasking av stoffene som finnes i gummiheller.

**Tabell 9:** Aritmetisk gjennomsnitt av helse- og miljøskadelige stoffer [mg/kg TS] i røde nye/nylagte (n=7) og røde gamle gummiheller (n=2, 7 og 15 år), sammenstilt med grenseverdier for farlig avfall

[mg/kg TS]	Nye/nylagte røde gummiheller (n=7)	Gamle (7 og 15 år) røde gummiheller (n=2)	Farlig avfall, grenseverdi
THC (>C <sub>8</sub> -C <sub>10</sub> )	18	9	-
THC (>C <sub>10</sub> -C <sub>12</sub> )	27	9	20 000
THC (>C <sub>12</sub> -C <sub>35</sub> )	190	69	-
∑THC (>C <sub>5</sub> -C <sub>35</sub> )	10 300	10 300	20 000
∑16 PAH	30	20	2 500
∑7 PCB	0,33	0,24	50
Nonylfenol	10,8	12,0	2 500
Sink	15 500	13 600	25 000



## **Prinsipalkomponentanalyser**

Det ble gjennomført prinsipalkomponentanalyser (PCA) (varimax-rotasjon med Kaiser-normalisering) for nærmere undersøkelser av samvariasjon mellom ulike kjemiske komponenter, og for de ulike prøvetypene mot hverandre.

PCA indikerer klart at alle PAH-forbindelsene i undersøkelsen har utspring i myknerolje. PCA gir imidlertid ingen klar pekepinn på opphav til de ulike PCB-forbindelsene. Det er betydelig samvariasjon mellom fenol, de fleste PAH-forbindelsene og PCB28/101; disse PCB-forbindelsene har for øvrig et totalt annet variasjonsmønster enn de andre. Det er vanskelig å peke på bestemte årsaker til dette.

PCA viser at stoffsammensetningen i jord som har hatt lengst kontakt med gummiheller (jordprøve 15) har betydelige likhetstrekk med stoffsammensetning i gummiheller totalt sett. Dette kan tyde på at nivåene av flere organiske miljøgifter i jord stammer fra de overliggende gummihellene.

Prinsipalkomponentanalyse viser at mønsteret for nivåer av kjemiske komponenter i jordprøve 15 og tilhørende gummihelle (prøve 14) er totalt forskjellig. Dette antyder at visse kjemiske komponenter lekker fra hellene og ned i jorda. Det er signifikant mindre PAH i gummiheller som har ligget lenge ute enn i gjennomsnittskonsentrasjonen av nye heller (t-test;  $p < 0,05$ ). Dette er en relativt klar indikasjon på at PAH lekker fra hellene og ned i underliggende jord over tid.

Tilsvarende statistiske analyser viser ingen klare indikasjoner på utlekking av PCB fra gummiheller til underliggende jord. Klart høyere nivåer av PCB (sum 7 PCB) i jord som har ligget lenge under gummiheller, kan tyde på at det også lekker PCB fra heller til jord.

## **Gummigranulater i kunstgressbaner**

Gummigranulater fra resirkulerte bildekk brukes også på kunstgressbaner (Norges Fotballforbund, 2011). Til hver 11-erbane går det med ca 100 tonn gummigranulat. Det er estimert at det er lagt ut 84 000 tonn gummigranulat på norske kunstgressbaner. Dette representerer en betydelig kilde for helse- og miljøskadelige stoffer. Klif anbefalte i 2006 at en slutter å bruke oppmalte bildekk i kunstgressbaner, ut fra målet om å redusere utslipp av helse- og miljøskadelige stoffer (Klif, 2010).

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har konkludert med at det lekker sink, fenoler og PAH-forbindelser fra granulater laget av resirkulerte bildekk på kunstgressbaner (Källqvist (2005). Tilsvarende spredning av helse- og miljøskadelige stoffer fra gummiheller til jord sannsynliggjøres i denne undersøkelsen.

## Helserisikovurdering for små barn

Miljøvernmyndighetene har innført tiltak spesielt innrettet for å beskytte barn. De undersøkte gummihellene inneholder en blanding av mange helse- og miljøskadelige stoffer (THC, PAH- og PCB-forbindelser, ftalater, nonylfenoler, krom og sink). Folkehelseinstituttet har gjennomført en helserisiko-vurdering ved bruk av gummigranulater på innendørs kunstgressbaner, og konkluderer med at bruk av hallene ikke medfører en økt helserisiko for større barn og voksne. De tar forbehold om mulige lateks-allergier (Nasjonalt Folkehelseinstitutt, 2006). Ingen har hittil vurdert helsekonsekvensene ved den omfattende bruken av gummigranulater i fallunderlag i små barns lekemiljø. Det bør gjennomføres en slik helserisikovurdering.

I den nasjonale handlingsplanen for kartlegging og opprydding av jordforurensning i barnehager og på lekeplasser er det brukt mangfoldige millioner kroner på fjerning av forurenset jord og CCA-trykkimpregnert trevirke i barnehagene. Mens vi fjerner én forurensningskilde i barns lekemiljø, setter vi inn en ny som kanskje er verre?

## Konklusjoner

Det er gjennomført en relativt omfattende undersøkelse av helse- og miljøskadelige stoffer i fallunderlag produsert av gummigranulater fra resirkulerte bildekk. Hovedkonklusjonene er:

- Alle de undersøkte gummihellene inneholder THC (>C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub>), sink, nonylfenol, PAH- og PCB-forbindelser. Noen heller inneholder krom og jern som sannsynligvis er tilsatt som pigmenter i produksjon av fallunderlagene. Ftalater og bromerte flammehemmere er sannsynligvis tilsatt i produksjon av enkelte fallunderlag.
- Helstøpte gummibelegg er laget av gummigranulater der topplaget er laget av ny syntetisk gummi (EPDM), og underliggende lag av resirkulerte bildekk. Gummibeleggene inneholder betydelig mindre mengder både THC, PAH og nonylfenol enn gummiheller. Bunnsjiktet inneholder PCB, men det ble ikke påvist PCB og isocyanater i toppsjiktet av helstøpte gummibelegg.
- I ringmatten ble det påvist ftalat av type DEHP, to ganger høyere enn grensen for farlig avfall, i tillegg til 2,2 vektprosent THC, som også er over farlig avfallsgrensen.
- Konsentrasjoner av miljøgifter i jordprøvene indikerer utlekking av THC (C<sub>12</sub>-C<sub>35</sub>), PAH, PCB og bromerte flammehemmere fra gummihellene til underliggende jord. Jordprøvene er ikke analysert for tungmetaller.
- Produsentdokumentasjonen knyttet til gummiheller relaterer seg til "Forskrift om sikkerhet ved leketøy". Denne forskriften setter krav til dokumentasjon av uorganiske komponenter som stort sett ikke finnes i fallunderlagene. PAH-forbindelser dokumenteres, men ikke innholdet av THC, ftalater, fenoler og PCB. Dokumentasjonen gir ikke et korrekt bilde av produktens innhold av helse- og miljøskadelige stoffer.
- THC, sink, nonylfenol, PAH- og PCB-forbindelser har med stor sannsynlighet sin kilde i de resirkulerte bildekkene. Denne type materialgjenvinning fører til resirkulering av helse- og miljøskadelige stoffer.

- Med bakgrunn i resultatene presentert i denne rapporten, bør det gjennomføres en helserisikovurdering i forhold til den eksponering barn utsettes for, ved lek på slike fallunderlag.

## Referanser

CHP.no 2010. Lastet ned fra <http://www.chp.no/pages/view/33594> den 15.06.2010.

CHP.no 2011. Lastet ned fra <http://www.chp.no/gressmatter> den 06.05.2011.

Dekkretur.no, 2011. Lastet ned fra <http://www.dekkretur.no/> den 17.01.2011.

Dye, C., Bjerke, A., Schmidbauer, N. og Manø, S., 2006. Måling av luftforurensning i innendørs kunstgresshaller. NILU-rapport 03/2006, 41 sider.

Ergofloors.dk, 2010. Lastet ned fra [http://www.ergofloor.dk/?gclid=CMH66vSs\\_KECFZIs3god13P9Fg](http://www.ergofloor.dk/?gclid=CMH66vSs_KECFZIs3god13P9Fg) den 14.06.2010.

Ergofloors.dk, 2011. Lastet ned fra <http://www.ergofloor.dk/SAMLET%20DK%20produktoversigt.pdf> den 06.05.2011.

Genan.eu, 2011. Lastet ned fra <http://www.genan.eu/Tyres-2.aspx> den 09.02.2011.

Kemikalieinspektionen, 1994: Nya Hjulspor.

Kemikalieinspektionen, 2003: HA-oljor i bildäck. KemI Rapport 3/03.

Kemikalieinspektionen, 2006: Konstgress ur ett kemikalieperspektiv. KemI Rapport 02/06.

Klif.no, 2010. Lastet ned fra <http://www.klif.no/no/Aktuelt/Nyheter/2006/Januar-2006/Kunstgressbaner-og-resirkulerte-bildekk/>.

Källqvist, T., 2005. Miljøriskovurdering av kunstgresssystemer. NIVA-rapport 5111-2005, 19 sider.

Nasjonalt folkehelseinstitutt og Radiumhospitalet, 2006. Kunstgressbaner – vurdering av helserisiko for fotballspillere. Notat, 30 sider.

Naturskyddsföreningen, 2007: Handdukar med ett smutsigt förflutet. Rapport. 22 sider.

Norges Fotballforbund (NFF), 2011. Lastet ned fra <http://www.fotball.no/Documents/PDF/2010/NFF/%c3%85rsrapport2009.pdf> den 31.01.2011.

Playtop.com, 2010. Lastet ned fra <http://www.playtop.com/global/page.asp?node=344> den den 18.06.2010.

Plessner, T. og Lund, O.J., 2004. Potensielle helse og miljøeffekter tilknyttet kunstgresssystemer – sluttrapport. Byggforsk, Oppdragsrapport O-10820, 15 sider.

Ragnsells.no, 2010. Lastet ned fra <http://www.ragnsells.no/defaultnobox.aspx?pageId=56> den 14.06.2010.

Statens Vegvesen, 2004: Gjenbruk av bildekk i vegbygging – Tekniske og miljøtekniske vurderinger. Prosjektrapport nr 5.

Statens Vegvesen, 2007: Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer i veg – oppkuttete bildekk. Prosjektrapport nr. 14c.

Teknisk ukeblad, 2011. Lastet ned fra <http://www.tu.no/industri/article256319.ece> den 06.05.2011.

Zhang, X.L., Tao, S., Liu, W.X., Yang, Y., Zuo, Q. & Liu, S.Z. (2005) Source Diagnostics of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Based on Species Ratios: A Multimedia Approach. *Environmental Science and Technology* **39**, 9109-9114.

## Vedlegg

### Vedlegg 1: Kjemiske analyseprogram

Eurofins utførte de kjemiske analysene for bestemmelse av organiske miljøgifter med GC-MS og HPLC/MS. NGU bestemte innholdet av utvalgte metaller i fallunderlag med bærbart røntgen fluorescens instrument (XRF).

#### **Organiske miljøgifter**

Nonylfenol, Nonylfenolmonoetoksilater, Oktylfenol, Oktylfenolpolyetoksilater, THC >C<sub>5</sub>-C<sub>8</sub>, THC >C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub>, THC >C<sub>10</sub>-C<sub>12</sub>, THC >C<sub>12</sub>-C<sub>16</sub>, THC >C<sub>16</sub>-C<sub>35</sub>, SUM THC >C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub>, Naftalen, Acenaftalen, Acenaften, Fluoren, Fenantren, Antracen, Fluoranten, Pyren, Benzo(a)antracen, Krysen/Trifenyl, Benzo(b)fluoranten, Benzo(k)fluoranten, Benzo(a)pyrene, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Dibenzo(a,h)antracen, Benzo(ghi)perylene, Sum 16 PAH, Butylbenzylftalat (BBP), Dibutyladipat, Dibutylftalat (DBP), Dietyladiapat, Dietylftalat (DEP), Dietylheksyladipat (DEHA), Dietylheksylftalat (DEHP), Di-isobutyladipat, Di isobutylftalat (DIBP), Diisodekylftalat (DIDP), Diisoheptylftalat (DIHP), Diisononylftalat (DINP), Dimetylfyalat (DMP), DINCH, Di-n-oktylftalat (DNOP), Tribetylfosfat (TBP), Sum 7 PCB, Heksabromsyklodekan, Tetrabrombisfenol A (TBBPA), BDE-17, BDE-28, BDE-47, BDE-49, BDE-66, BDE-71, BDE-77, BDE-85, BDE-99, BDE-100, BDE-119, BDE-126, BDE-138, BDE-153, BDE-154, BDE-156, BDE-183, BDE-184, BDE-191, BDE-196, BDE-197, BDE-206, BDE-207, Sum heksa-BDE, Sum hepta-BDE, Sum nona-BDE, Sum okta-BDE, Sum penta-BDE, Sum tetra-BDE, Sum tri-BDE, Toluene-diisocyanat (TDI), Metyl-bisfenylisocyanat (MDI), Hexametyl-diisocyanat (HDI).

#### **Metaller**

Antimon, Barium, Bly, Tinn, Brom, Jern, Krom, Sink og Titan.

## Vedlegg 2: Prøveoversikt

Prøve	Prøvetype	Lokalitet/produsent	Kommentarer
1	Rød gummihelle	Møllebakken Øvre bhg i Trondheim	Tykk, 7,5 cm, lagt 2010
2	Rød gummihelle	Møllebakken Nedre bhg i Trondheim	Tykk, 7,5 cm, lagt 2010
3	Jord/pukk	Ila skole	Under helstøpt belegg lagt 2010
4	Jord/pukk	Sverresborg barnehage	Under rød helle
5	Jordprøve	Lian barnehage	Under rød helle
6	Svart helstøpt gummibelegg	Lademoen stasjon	Inneholder biter av ukjent materiale
7	Rød gummihelle	Trondheim kommunes lager	Tykk, ny
8	Rød gummihelle	Trondheim kommunes lager	Tynn, ny
9	Svart gummihelle	Trondheim kommunes lager	Underdel av prøve 10, ny
10	Rød gummihelle	Trondheim kommunes lager	Overdel, ny
11	Jord	Trondheim kommunes lager	Under div gummiheller
12	Jord/pukk	Åsvang skole, Trondheim	Pukk under svart helle, lagt 2010
13	Jord/pukk	Åsvang skole, Trondheim	Pukk under rød helle, lagt 2010
14	Rød gummihelle	Kalvskinnet skole, Trondheim	Svært slitt, lagt 1995
15	Jord	Kalvskinnet skole, Trondheim	Under rød helle lagt 1995
16	Svart/gult helstøpt belegg	Nedre Elvehavn bhg, Trondheim	Lagt i 2005
17	Svart gummihelle	Safe Play	Tynn, ny
18	Grønn gummihelle	Safe Play	Tynn, ny
19	Rød gummihelle m/sort bunn	Safe Play	Tykk 7,5 cm, ny
20	Rødt helstøpt gummibelegg	Safe Play	EPDM, nytt
21	Svart gummibelegg	Safe Play	Underdel av prøve 20, ny
22	Svart gummihelle	REC	Tynn 2,5 cm, ny
36	Gressforsterkningsmatte	Bergen kommune	Svart, ny
37	Rød gummihelle	Bergen kommune	Ny. Leverandør til Bergen kommune.
38	Rød gummihelle	Bergen kommune	Lagt i 2003
39	Svart gummihelle	Trondheim kommunes lager	Tykk, 7,5 cm, ny

### **Vedlegg 3: Resultater fra de kjemiske undersøkelsene**

- Gummiheller
- Helstøpte gummibelegg
- Ringmatte (gressforsterkningsmatte)
- Jord/pukk

GUMMIHELLER

[mg/kg TS]	1	2	7	8	9	10	14	17	18	19	20	37	38	39
Nonylfenol	15	11	9,6	10	6,3	6,5	12	4,9	14	7,6	1,4	16	12	i.b.
Nonylfenolmonoetoksilater	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	7	<0,4	<0,4	0,65	<0,2	<0,2	i.b.
Oktylfenol	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	i.b.
Oktylfenolpolyetoksilater	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	i.b.
THC >C5-C8	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<15	<10	<10	<10	<20	<20	<20	i.b.
THC >C8-C10	27	<10	<10	35	<10	38	<15	<10	<10	<10	<20	<20	<20	i.b.
THC >C10-C12	31	<10	30	35	15	35	<15	19	19	20	24	33	<20	35,6
THC >C12-C16	200	190	220	130	190	140	52	140	180	210	87	240	86	234
THC >C16-C35	12000	12000	10000	5500	12000	5300	8500	9200	13000	12000	9300	15000	12000	19300
THC >C35-C40	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	4380
SUM THC >C5-C35	12000	12000	10000	5700	12000	5500	8600	9300	13000	12000	9400	15000	12000	19570
Naftalen	0,37	0,29	0,35	0,48	0,68	0,63	0,082	0,12	0,64	0,72	0,53	1,2	0,085	0,43
Acenatylen	0,67	0,65	0,72	0,87	1,1	1	0,11	0,14	0,55	1,2	0,15	0,65	0,15	0,57
Acenaften	0,13	0,17	0,17	0,26	0,35	0,35	0,044	0,13	0,38	0,37	0,13	2,1	0,11	0,097
Fluoren	0,26	0,31	0,32	0,54	0,41	0,62	0,1	0,18	1,7	0,52	0,2	2,8	0,14	0,39
Fenantren	2,8	3,1	3,1	3,3	3,2	3,8	1,1	2,4	10	3,4	0,48	14	1,2	3,9
Antracen	0,24	0,28	0,3	0,33	0,28	0,36	0,24	0,15	1,6	0,32	0,067	2,4	0,2	0,39
Fluoranten	4,1	3,7	3,5	2,9	3,1	3,3	0,33	3,8	7,7	0,34	0,46	12	5	9,2
Pyren	12	10	10	7,9	7,8	8	0,58	11	13	0,85	1	27	14	38
Benzo(a)antracen	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,2	0,6	<0,20	0,06	3	1,6	1,3
Krysen/Trifenylen	0,49	0,31	0,34	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,45	1,1	<0,20	0,17	9,3	6,3	2,3
Benzo(b)fluoranten	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,46	0,59	<0,20	0,13	2,8	1,7	1,8
Benzo(k)fluoranten	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,28	0,43	<0,20	0,16	1,2	0,65	0,64
Benzo(a)pyren	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,43	0,55	<0,20	0,21	1,9	1,1	2,1
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,28	0,33	<0,20	<0,04	1,2	0,69	1,6
Dibenso(a,h)antracen	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,04	0,25	0,099	0,33
Dibenso(ghi)perylen	1,3	0,45	0,65	0,31	<0,20	0,37	<0,20	0,61	1,4	<0,20	0,083	6,1	4,2	10
Sum 16 PAH	22	41	19	17	17	18	2,6	22	40	7,6	8,8	87	38	73



[mg/kg TS]	1	2	7	8	9	10	14	17	18	19	22	37	38	39
<b>Butylbenzylftalat (BBP)</b>	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<10
<b>Dibutyladipat</b>	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	i.b.
<b>Dibutylftalat (DBP)</b>	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<10
<b>Dietyladiapat</b>	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	i.b.
<b>Dietylftalat (DEP)</b>	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<10
<b>Dietylheksyladipat (DEHA)</b>	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	i.b.
<b>Dietylheksylftalat (DEHP)</b>	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	520	<50	<50	43
<b>Di-isobutyladipat</b>	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	i.b.
<b>Di-isobutylftalat (DIBP)</b>	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<10
<b>Di-isodekylftalat (DIDP)</b>	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
<b>Di-isoheptylftalat (DIHP)</b>	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	i.b.
<b>Di-isononylftalat (DINP)</b>	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	10900	<100	<100	<130
<b>Dimetylftalat (DMP)</b>	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<10
<b>DINCH</b>	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	i.b.
<b>Di-n-oktylftalat (DNOP)</b>	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<10
<b>Tributylfosfat (TBP)</b>	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	i.b.
<b>PCB 28</b>	0,067	0,13	0,11	0,12	0,1	0,082	0,023	0,0092	0,11	0,097	0,19	0,15	0,008	<0.050
<b>PCB 52</b>	0,13	0,17	0,15	0,15	0,18	0,12	0,12	0,16	0,19	0,2	0,19	0,17	0,008	<0.050
<b>PCB 101</b>	0,0082	0,0039	0,0038	0,041	0,011	0,024	0,02	0,0051	0,0021	0,022	0,0029	0,011	0,0099	<0.050
<b>PCB 118</b>	0,13	0,023	<0,001	<0,010	0,018	<0,010	0,025	0,13	<0,010	<0,010	<0,010	0,04	<0,0020	<0.050
<b>PCB 153</b>	0,024	0,016	<0,001	<0,010	0,061	<0,010	0,064	0,11	0,041	<0,010	<0,010	0,0067	<0,0020	0,064
<b>PCB 138</b>	0,049	<0,001	<0,001	<0,010	0,045	<0,010	0,17	0,13	0,035	<0,010	<0,010	0,044	<0,0020	0,089
<b>PCB 180</b>	0,013	<0,001	<0,001	<0,010	0,033	<0,010	0,044	0,1	0,027	<0,010	<0,010	0,0075	<0,0020	0,1
<b>Sum 7 PCB</b>	0,42	0,35	0,26	0,31	0,44	0,22	0,46	0,65	0,41	0,31	0,38	0,42	0,026	0,253

[mg/kg TS]	1	2	7	8	9	10	14	17	18	19	22	37	38	39
<b>Sum Tri BDE</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.b.
<b>Sum Tetra BDE</b>	i.p.	i.p.	i.p.	0,01	i.p.	i.p.	0,008	0,003	i.p.	0,005	i.p.	i.p.	0,004	i.b.
<b>Sum Penta BDE</b>	i.p.	i.p.	i.p.	0,01	0,004	i.p.	0,01	i.p.	i.p.	0,006	i.p.	i.p.	0,005	<20
<b>Sum Heksa BDE</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.b.
<b>Sum Hepta BDE</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.b.
<b>Sum Okta BDE</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	<50
<b>Sum Nona BDE</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.b.
<b>Deka BDE (PBDE-209)</b>	<0,40	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	i.p.	0,17	i.p.	<0,13	<0,16	<0,12	<0,12	<200
<b>Heksabromsyklododekan (HBCD)</b>	<0,03	<0,04	<0,03	<0,03	<0,03	<0,04	<0,04	<0,02	<0,06	<0,03	<0,03	<0,01	<0,005	<200
<b>Tetrabrombisfenol A (TBBPA)</b>	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01	<0,02	<50
<b>BDE-184</b>	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	i.b.
<b>BDE-191</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	i.b.
<b>Barium</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.b.
<b>Antimon</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	120	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.b.
<b>Tinn</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	1100	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.b.
<b>Bly</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	126	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.b.
<b>Brom</b>	129	i.p.	1280	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	342	152	i.p.	521	463	900	i.b.
<b>Sink</b>	14820	i.p.	i.p.	14800	16000	16800	9700	19700	19600	17000	11400	14200	17500	i.b.
<b>Jern</b>	12170		11000	25900	213	25000	7900	436	503	23600	331	8040	6900	i.b.
<b>Krom</b>	40	i.p.	i.p.	60	i.p.	50	i.p.	i.p.	13700	69	i.p.	i.p.	64	i.b.
<b>Titan</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	46	110	335	i.b.

i.b: Ikke bestemt

i.p: Ikke påvist

## HELSTØPTE GUMMIBELEGG

[mg/kg TS]	6	16	20	21
Nonylfenol	0,38	0,7	1,4	9,8
Nonylfenolmonoetoksilater	<0,2	<0,2	0,65	<0,4
Oktylfenol	<0,1	<0,1	<0,2	<0,2
Oktylfenolpolyetoksilater	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
THC >C5-C8	<30	6	<20	20
THC >C8-C10	<30	<5	<20	53
THC >C10-C12	<30	21	24	120
THC >C12-C16	<30	34	87	460
THC >C16-C35	700	3100	9300	18000
THC >C35-C40	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.
SUM THC >C5-C35	700	3100	9400	18000
Naftalen	<0,06	<0,01	0,53	1,4
Acenatylene	<0,06	<0,01	0,15	1,3
Acenaften	<0,06	<0,01	0,13	1,6
Fluoren	<0,06	0,018	0,2	2,6
Fenantren	0,075	0,28	0,48	14
Antracen	<0,06	<0,01	0,067	2,1
Fluoranten	0,13	0,97	0,46	15
Pyren	0,30	3,6	1	25
Benzo(a)antracen	<0,06	0,082	0,06	2,5
Krysen/Trifenylen	<0,06	0,33	0,17	3,9
Benzo(b)fluoranten	<0,06	0,21	0,13	3
Benzo(k)fluoranten	<0,06	0,14	0,16	1,8
Benzo(a)pyren	<0,06	0,16	0,21	2,4
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0,06	0,1	<0,04	0,88
Dibenso(a,h)antracen	<0,06	<0,01	<0,04	0,28
Dibenso(ghi)perylene	0,12	0,88	0,083	2,8
Sum 16 PAH	0,63	6,8	8,8	80
Butylbenzylftalat (BBP)	<5	<5	<5	<5
Dibutyladipat	<20	<20	<20	<20
Dibutylftalat (DBP)	<20	<20	<20	<20
Dietyladiapat	<20	<20	<20	<20
Dietylftalat (DEP)	<5	<5	<5	<5
Dietylheksyladipat (DEHA)	<20	<20	<20	<20
Dietylheksylftalat (DEHP)	<50	<50	<50	520
Di-isobutyladipat	<20	<20	<20	<20
Di-isobutylftalat (DIBP)	<20	<20	<20	<20
Di-isodekylftalat (DIDP)	<100	<100	<100	<100
Di-isoheptylftalat (DIHP)	<100	<100	<100	<100
Di-isononylftalat (DINP)	<100	<100	<100	560
Dimetylftalat (DMP)	<5	<5	<5	<5
DINCH	<50	<50	<50	<50
Di-n-oktylftalat (DNOP)	<100	<100	<100	<100
Tributylfosfat (TBP)	<5	<5	<5	<5

<b>[mg/kg TS]</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>21</b>
<b>PCB 28</b>	<0,003	<0,0005	<0,020	0,014
<b>PCB 52</b>	<0,003	<0,0005	<0,020	0,043
<b>PCB 101</b>	<0,003	<0,0005	<0,020	0,009
<b>PCB 118</b>	<0,003	<0,0005	<0,020	0,018
<b>PCB 153</b>	<0,003	<0,0005	<0,020	0,038
<b>PCB 138</b>	<0,003	<0,0005	<0,020	0,044
<b>PCB 180</b>	<0,003	<0,0005	<0,020	0,027
<b>Sum 7 PCB</b>	i.p.	i.p.	i.p.	0,19
<b>Sum Tri BDE</b>	0,201	i.p.	i.p.	i.p.
<b>Sum Tetra BDE</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
<b>Sum Penta BDE</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
<b>Sum Heksa BDE</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
<b>Sum Hepta BDE</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
<b>Sum Okta BDE</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
<b>Sum Nona BDE</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
<b>Deka BDE (PBDE-209)</b>	0,0591	<0,12	<0,11	<0,14
<b>Heksabromsyklododekan (HBCD)</b>	<0,0121	<0,003	<0,005	<0,02
<b>Tetrabrombisfenol A (TBBPA)</b>	0,00245	<0,01	<0,01	<0,02
<b>BDE-184</b>	<0,0021	<0,01	<0,007	<0,01
<b>BDE-191</b>	<0,0021	<0,01	<0,005	<0,01
<b>Barium</b>	i.p.	i.p.	1844	i.p.
<b>Antimon</b>	2300	2312	i.p.	i.p.
<b>Tinn</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
<b>Bly</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
<b>Brom</b>	7700	7750	i.p.	i.p.
<b>Sink</b>	1100	1900	1990	9350
<b>Jern</b>	1000	11925	16600	275
<b>Krom</b>	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
<b>Titan</b>	2000	12850	400	i.p.

i.b: Ikke bestemt

i.p: Ikke påvist

## RINGMATTE (GRESSFORSTERKNINGSMATTE)

[mg/kg TS]	<b>36</b>
Nonylfenol	22
Nonylfenolmonoetoksilater	0,83
Oktylfenol	<0,1
Oktylfenolpolyetoksilater	8,1
THC >C5-C8	<20
THC >C8-C10	<20
THC >C10-C12	45
THC >C12-C16	590
THC >C16-C35	22000
THC >C35-C40	i.b.
<b>SUM THC &gt;C5-C35</b>	<b>22000</b>
Naftalen	0,19
Acenatylen	0,2
Acenaften	0,92
Fluoren	2,1
Fenantren	9
Antracen	1,5
Fluoranten	5,7
Pyren	14
Benzo(a)antracen	2,5
Krysen/Trifenylen	4,4
Benso(b)fluoranten	1,8
Benso(k)fluoranten	1,6
Benso(a)pyren	1,6
Indeno(1,2,3-cd)pyren	1,1
Dibenso(a,h)antracen	0,4
Dibenso(ghi)perylen	4,3
<b>Sum 16 PAH</b>	<b>51</b>
<b>PCB 28</b>	<b>&lt;0,0020</b>
<b>PCB 52</b>	<b>&lt;0,0020</b>
<b>PCB 101</b>	<b>&lt;0,0020</b>
<b>PCB 118</b>	<b>&lt;0,0020</b>
<b>PCB 153</b>	<b>&lt;0,0020</b>
<b>PCB 138</b>	<b>&lt;0,0020</b>
<b>PCB 180</b>	<b>&lt;0,0020</b>
<b>Sum 7 PCB</b>	<b>i.p.</b>

<b>[mg/kg TS]</b>	<b>36</b>
Butylbenzylftalat (BBP)	<5
Dibutyladipat	<20
Dibutylftalat (DBP)	45
Dietyladiapat	<20
Dietylftalat (DEP)	<5
Dietylheksyladipat (DEHA)	48
Dietylheksylftalat (DEHP)	9100
Di-isobutyladipat	<20
Di-isobutylftalat (DIBP)	60
Di-isodekylftalat (DIDP)	<100
Di-isoheptylftalat (DIHP)	<100
Di-isononylftalat (DINP)	<100
Dimetyftalat (DMP)	<5
DINCH	<50
Di-n-oktylftalat (DNOP)	15
Tributylfosfat (TBP)	15
Sum Tri BDE	i.p.
Sum Tetra BDE	i.p.
Sum Penta BDE	i.p.
Sum Heksa BDE	i.p.
Sum Hepta BDE	i.p.
Sum Okta BDE	i.p.
Sum Nona BDE	i.p.
Deka BDE (PBDE-209)	1,15
Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0,009
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	<0,01
BDE-184	<0,01
BDE-191	<0,01
Barium	i.b
Antimon	i.b
Tinn	i.b
Bly	i.b
Brom	i.b
Sink	i.b
Jern	i.b
Krom	i.b
Titan	i.b

i.b: Ikke bestemt

i.p: Ikke påvist

JORD/PUKK

[mg/kg TS]	3	4	5	11	12	13	15
Nonylfenol	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nonylfenolmonoetoksilater	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Oktylfenol	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Oktylfenolpolyetoksilater	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
THC >C5-C8	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
THC >C8-C10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
THC >C10-C12	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
THC >C12-C16	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
THC >C16-C35	27	<20	<20	390	<20	<20	190
THC >C35-C40	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.
SUM THC >C5-C35	27	<40	<40	390	<40	<40	190
Naftalen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenatilen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaften	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoren	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenantren	<0,01	<0,01	<0,01	0,048	<0,01	<0,01	0,015
Antracen	<0,01	<0,01	<0,01	0,012	<0,01	<0,01	0,015
Fluoranten	<0,01	<0,01	<0,01	0,18	<0,01	<0,01	0,043
Pyren	0,029	<0,01	<0,01	0,15	<0,01	0,021	0,049
Benzo(a)antracen	<0,01	<0,01	<0,01	0,019	<0,01	<0,01	<0,01
Krysen/Trifenylene	<0,01	<0,01	<0,01	0,14	<0,01	<0,01	0,027
Benzo(b)fluoranten	<0,01	<0,01	<0,01	0,11	<0,01	<0,01	0,036
Benzo(k)fluoranten	<0,01	<0,01	<0,01	0,065	<0,01	<0,01	0,014
Benzo(a)pyren	<0,01	<0,01	<0,01	0,038	<0,01	<0,01	0,025
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0,01	<0,01	<0,01	0,028	<0,01	<0,01	0,019
Dibenso(a,h)antracen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenso(ghi)perylene	<0,01	<0,01	<0,01	0,084	<0,01	<0,01	0,065
Sum 16 PAH	0,029	i.p.	i.p.	0,87	i.p.	0,021	0,31
Butylbenzylftalat (BBP)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Dibutyladipat	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Dibutylftalat (DBP)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dietyladiapat	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Dietylftalat (DEP)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Dietylheksyladiapat (DEHA)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dietylheksylftalat (DEHP)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Di-isobutyladiapat	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Di-isobutylftalat (DIBP)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,57
Di-isodekylftalat (DIDP)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Di-isoheptylftalat (DIHP)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Di-isononylftalat (DINP)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Dimetylftalat (DMP)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
DINCH	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Di-n-oktylftalat (DNOP)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Tributylfosfat (TBP)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

[mg/kg TS]	3	4	5	11	12	13	15
PCB 28	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
PCB 52	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0014	<0,0005	<0,0005	0,000999
PCB 101	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,00057	<0,0005	<0,0005	<0,0005
PCB 118	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,00086	<0,0005	<0,0005	<0,0005
PCB 153	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0012	<0,0005	<0,0005	0,0019
PCB 138	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,00097	<0,0005	<0,0005	0,00096
PCB 180	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Sum 7 PCB	i.p.	i.p.	i.p.	0,006	i.p.	i.p.	0,004
Sum Tri BDE	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Sum Tetra BDE	i.p.	i.p.	i.p.	0,00276	i.p.	i.p.	0,00035
Sum Penta BDE	i.p.	i.p.	i.p.	0,00361	i.p.	i.p.	0,00066
Sum Heksa BDE	i.p.	i.p.	i.p.	0,00047	<0,00007	i.p.	0,00006
Sum Hepta BDE	i.p.	i.p.	i.p.	0,00031	i.p.	i.p.	i.p.
Sum Okta BDE	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Sum Nona BDE	i.p.	i.p.	i.p.	0,00332	i.p.	i.p.	i.p.
Deka BDE (PBDE-209)	<0,00087	<0,00088	0,00141	0,0372	0,0026	<0,00086	0,0047
Heksabromsyklododekan (HBCD)	<0,00052	<0,00050	<0,00050	<0,00563	<0,0037	<0,00076	0,012
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,00126	<0,0005	<0,0005	<0,0005
BDE-184	<0,00009	<0,00009	<0,00009	<0,00019	<0,00009	<0,00009	<0,00009
BDE-191	<0,00009	<0,00009	<0,00009	<0,00019	<0,00009	<0,00009	<0,00009
Barium	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.
Antimon	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.
Tinn	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.
Bly	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.
Brom	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.
Sink	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.
Jern	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.
Krom	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.
Titan	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.

i.b: Ikke bestemt

i.p: Ikke påvist