

## Nye funn av helse- og miljøfarlige stoffer i gummigranulatbaserte fallunderlag brukt på utendørs lekeområder i Norge

Per-Erik Schulze<sup>1</sup>, Janne Melbye Gillgren<sup>1</sup>, Kiti Gjerstad<sup>2</sup>, Pawel Rostkowski<sup>3</sup>

### Sammendrag

I en screeningsundersøkelse på prøver fra et utvalg vanlige falldekker lokalisert i skole, barnehager og lekeplasser i Norge desember 2019 ble det identifisert over 110 kjemiske forbindelser ut over selve plast- og gummimaterialet. Heriblant prioriterte miljøgifter med dokumentert farlige egenskaper: ftalater, klorparafiner og fosfororganiske flammehemmere. De to sistnevnte miljøgiftgruppene ble her funnet for første gang i slike fallunderlag i Norge, og er etter det vi vet heller ikke tidligere undersøkt. Det ble også påvist flere stoffer som kan gi kraftige kontaktallergier og astma.

Undersøkelsen er utført av Naturvernforbundet og Forbrukerrådet i samarbeid med NILUs miljøgiftlaboratorium som bruker moderne metoder for å jakte opp ukjente stoffer i miljøprøver.

<sup>1</sup>Naturvernforbundet, <sup>2</sup>Forbrukerrådet, <sup>3</sup>NILU

### Bakgrunn

Kunstige uteområder har blitt stadig vanligere i Norge de siste tiårene. Støtdempende fallunderlag, i form av gummiheller, helstøpte gummibelegg eller kunstgress benyttes stadig oftere i barnehager, skoler og på andre lekeplasser. En stor spørreundersøkelse i deler av barnehagesektoren 2019<sup>1</sup> viser at seks av ti barnehager nå har slikt falldekke. En videre beregning utført av miljømagasinet Natur & Miljø 2020 viser at det er minst 8370 plastdekker i norske idrettsanlegg og barnehager<sup>2</sup>. I tillegg finnes mange kunstige falldekker i skolegårder, på offentlige og private lekeplasser, parker og nærmiljøanlegg uten at det finnes oversikt over omfanget.

En av forklaringene på trenden er at det på en rekke anlegg har vært utført planmessig utskifting av støtsand til fordel for gummiheller og -dekker. I perioden 2008-2010 ble det eksempelvis lagt ut 2600 m<sup>2</sup> gummiheller fordelt på 11 skoler og 21 barnehager i Trondheim kommune. Gjennomgående er disse falldempende underlagene, enten de kommer som matter, formstøpt på plassen eller som kunstgress, laget av småbiter fra oppmalte bildekk. Både de gjenvunne bildekkene og bindemidlene som brukes, typisk polyuretan, har kjent helse- og miljørisiko.<sup>3</sup>

Ledende bransjeeksperter har på Naturvernforbundets falldekkekonferanse i januar 2020 uttrykt bekymring over at det ikke foreligger noen tydelige standarder eller forskrifter for det kjemiske innholdet i slike fallunderlag. Det vises til at EUs regler om krav til støtdempende underlag utelater kjemikalierisiko, samt at leketøysdirektivet ikke gjelder utelek-areal. Tidligere stikkprøver utført i Norge av NGU (2011), Folkehelseinstituttet (2011) og Cowi (2012)<sup>4</sup> der det ble gjort kjemiske analyser av et dusin utvalgte miljøgifter påviste betydelige mengder av spesielt oljeforbindelser, tungmetaller, tjærestoffer (PAH) og de hormonhermende plasthjelpestoffene nonylfenol og ftalater.

Folkehelseinstituttets vurdering har vært at selv om falldekkene inneholder potensielt skadelige stoffer er eksponeringen for barn som leker der så lav at den ikke utgjør noen helsefare. Likevel, sier de, fordi det er manglende kunnskap om latexallergi og at enkelte av produktene inneholder langt

<sup>1</sup> Utført av Private Barnehagers Landsforening i samarbeid med Naturvernforbundet

<sup>2</sup> Natur & Miljø 1: 2020, side 8- 10. [https://issuu.com/naturogmiljo/docs/n\\_m012020](https://issuu.com/naturogmiljo/docs/n_m012020)

<sup>3</sup> <http://filer.fmh.no/verktoykasse/fallunderlag.pdf>

<sup>4</sup> <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/klif2/publikasjoner/2965/ta2965.pdf>

mer miljøfarlige stoffer enn andre, at det kan være grunn til å unngå produkter som inneholder de farlige stoffene. De anbefalte derfor i 2011 at man ved påfyll eller utskiftning av slike fallunderlag ikke benytter resirkulert granulat. Denne anbefalingen ser ikke ut til å ha blitt fulgt i særlig grad. Resirkulerte bildekk, malt i småbiter og fylt i kunstgressbaner eller limt sammen igjen med betenkelige materialer brukes fortsatt i stort omfang på barns lekeområder. I en risikovurdering fra det Europeiske kjemikaliebyrået (2017) gjentas det at helserisikoen er lav men det er kunnskapshull<sup>5</sup>.

Tradisjonelle miljøgiftundersøkelser av produkter eller miljøprøver har ofte vært begrenset til å analysere på visse forutbestemte stoffer. I dag med god datakraft og -deling er det stadig vanligere å søke bredest mulig etter alle slags stoffer i prøver: såkalt hypotesefri screening (non-target analyse). Slike undersøkelser kan hjelpe med raskere å avdekke helse- og miljørelevante stoffer i produkter.

Målet for denne undersøkelsen var å lete etter ukjente helse- og miljøfarlige stoffer i fallunderlag.

## Metode

Prøvetaking ble gjennomført i desember 2019 på tilfeldig valgte lokaliteter på Sør-Østlandet og inkluderte falldekker fra en skolegård, en lekeplass og flere ulike barnehager. Det ble lagt vekt på å samle materiale fra ulike falldekketyper og -alder for å kunne fange opp spennet i ulike materialer som er i bruk og har kjemi-eksponering til omkringliggende miljø, se bilder og tabell 1 på neste side.

Alle lekeområdene var åpne for allmennheten. Det ble samlet prøver av falldekkene i form av løse partikler liggende på overflaten eller overskuddsmateriale i kanten av det kunstige arealet. Det ble levert prøvemateriale for analyse av 9 ulike dekketyper samlet fra 7 lokaliteter. Enkeltlokalitetene er anonymisert både ved å gi dem en bokstav istedenfor navn i prøveoversikten, samt at prøvene er lagt sammen til en felles blandprøve før analyse. Brukere som er interessert i hva deres eget spesifikke uteområde eller falldekketype inneholder henvises således til leverandør, miljømyndighet og egne analyser, mens resultatene i denne undersøkelsen er kun ment å gi generelle resultater om hvilke stoffer som kan forekomme i denne type fallunderlag (en eller flere av de prøvetatte falldekkene).

Prøvetakingsprosedyre: prøvematerialet ble pakket direkte i to lag med aluminiumsfolie som så ble lagt i pose. Det ble på hver lokalitet samtidig tatt såkalte «blanke» referanseprøver der to lag med aluminiumsfolie uten prøvemateriale ble pakket, merket og oppbevart på samme måte som prøvene frem til analyse for å kunne skille ut eventuell kontaminering. Ved mottak hos NILU ble prøvene løsemiddelvasket så godt som mulig for jord, sand o.l. som ellers kunne forstyrret resultatene.

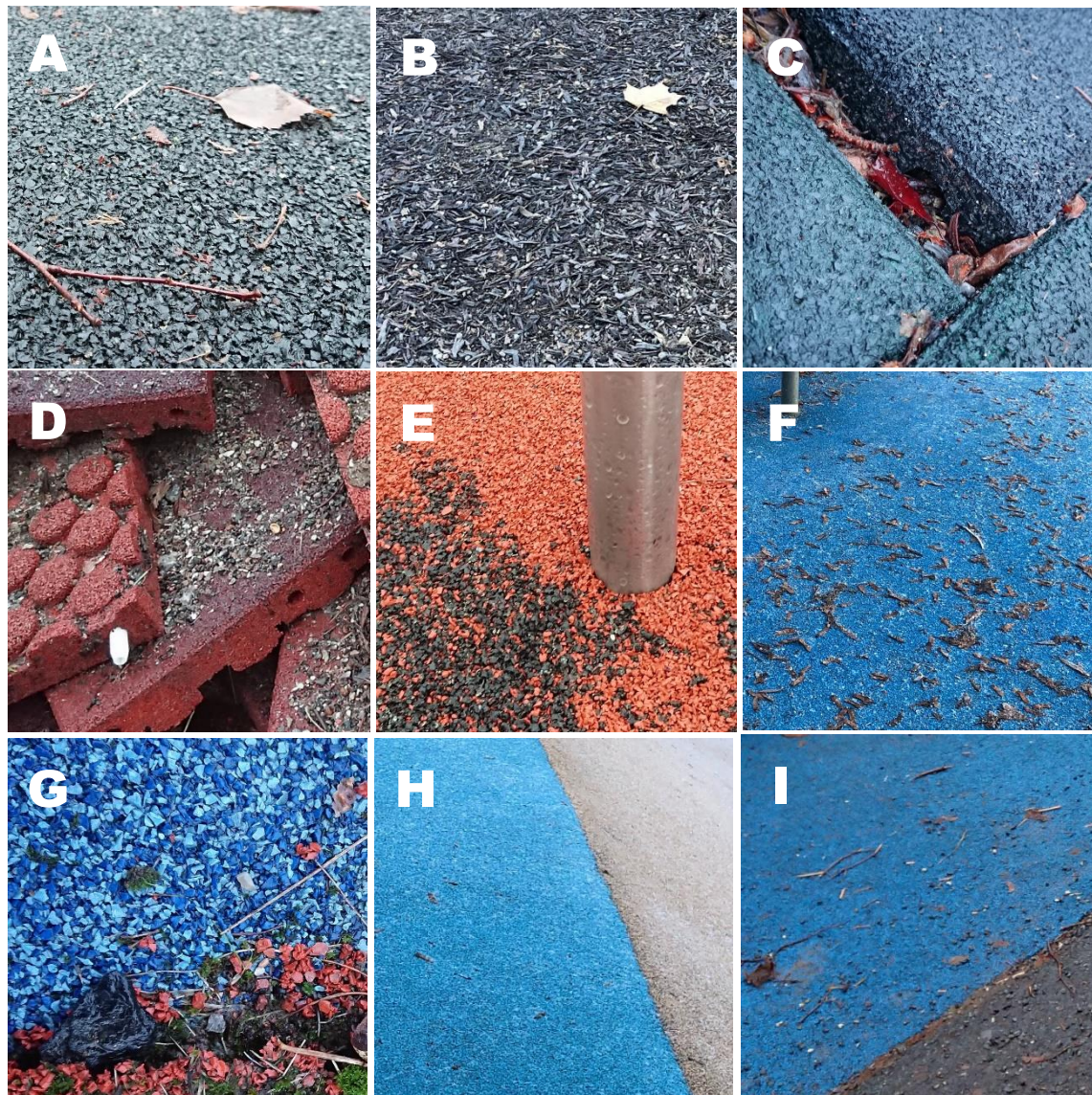


Bilder: eksempler på prøvemateriale, løse falldekkefragmenter lett tilgjengelig på utelekeområdene

NILU screenet så prøvene kvalitativt for ulike flyktige og semiflyktige helse- og miljøfarlige stoffer: Prøven er kjørt i 3 ulike analyseinstrumenter, en såkalt «sniffer» på oppvarmet prøvemateriale ved

<sup>5</sup><https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2017/mars-2017/gummigranulat-lav-helserisiko-men-betydelig-miljoproblem/>

25, 50, 75, 100 og 125 grader C, samt GC og LCMS kjørt på ekstrakt av prøvematerialet løst i organiske løsemidler på ultralydbad. Metode for suspect and non-target identifikasjon av stoffer er nærmere beskrevet av NILU i publikasjoner<sup>6</sup> og baserer seg på sannsynlig match med referansemateriale. Stoffer som forekom i prøve-blanks i liknende konsentrasjoner som prøven (nærmere enn 5x) ble regnet for å være prøvetakingsartefakter eller -kontaminering og utelukket.



Tabell 1, og bilder. Oversikt over prøvetatt falldekkemateriale for miljøgiftscreeningen

Falldেকে-ID	Type	Alder og tilstand
A	Støpt dekke, homogent svart	Middels
B	«Gummibark»	Nytt
C	Gummiheller, små grå	Eldre
D	Gummiheller, store, røde	Eldre
E	Støpt dekke, homogent rødt	Eldre, slitt
F	Støpt dekke, blå overflate	Nytt
G	Støpt dekke, flere lag, blå overflate	Nytt
H	Støpt dekke, flere farger	Middels
I	Støpt dekke, blått og svart	Eldre

<sup>6</sup> For eksempel <https://link.springer.com/article/10.1007/s00216-019-01615-6>

For utvalgte stoffer identifisert ble mengden i blandprøven i tillegg nærmere kvantifisert av NILU for å se om dette var stoffer tilsatt produktet med vilje, høye konsentrasjoner, eller kun spormengder.

## Resultat og diskusjon

I alt over 110 kjemiske stoffer ble identifisert med større og mindre grad av sannsynlighet i blandprøven av de 9 ulike falldekkene, se vedlegg 1 for full liste. Noen av disse stoffene er kjent fra tidligere undersøkelser av falldekker i Norge, eksempelvis ftalater og PAH, mens andre ble påvist for første gang og er oppsiktsvekkende funn. Noen av de nye funnene er prioriterte miljøgifter slik som klorparafiner og fosfororganiske flammehemmere, mens andre er knyttet til kraftige allergier. Noen av de mest interessante, med kjent risiko, er listet i Tabell 2. I tillegg ble det identifisert en rekke stoffer med mer ukjent helse- og miljøprofil. Ut fra analysene kan det samtidig bekreftes at Dekloraner og PFAS, kjent fra en del andre plastprodukter, ikke ble funnet i dette prøveutvalget.

Stoff(gruppe) identifisert, og konsentrasjon for stoffene der dette ble nærmere bestemt	Helse- og miljøprofil
Klorparafiner SCCPs: 5000 mg/kg MCCPs: 9000 mg/kg	SCCP er forbudt å bruke, mens MCCP er oppført på den norske prioritetslisten over stoffer som skal utfases <sup>7</sup> . Brytes sakte ned i naturen, oppkonsentreres i organismer, kan spre seg med luft langt fra kildene.
Ftalater DiNP: 56mg/kg DEHP: 6,6mg/kg DiDCP: 4 mg/kg	Ftalater er mykgjørere i plast, og flere av dem er strengt regulert. Noen ftalater er forbudt i leker og småbarnsprodukter og i kosmetikk. Mange har reproduksjonsskadelige og/eller miljøskadelige effekter. Flere kan påvirke hormonsystemet hos mennesker, og enkelte er i tillegg hormonforstyrrende i miljøet. Kan lekke ut til omgivelsene fra produkter. <sup>8</sup>
Fosfororganiske flammehemmere, OPFRs TEHP: 3,8 mg/kg	Flere av stoffene er regulert, og på den norske Prioritetslisten over stoffer som skal utfases <sup>9</sup> . Mye brukt som flammehemmere og mykgjørere i plast. En del av stoffene er vist å være lite nedbrytbare og noen kan ha alvorlige langtidsvirkninger for helse og miljø.
Polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH	En blanding av ulike tjærestoffer. Noen av stoffene er giftige, arvestoffskadelige og kreftfremkallende. <sup>10</sup>
PPG og PEG	Kan gi en rekke allergiske symptomer som astma, eksem og høysnue. <sup>11</sup>
Benzotiazol og derivater	Er inkludert i miljøovervåkingsprogram som en ny stoffgruppe man bør holde oppsyn med. Kan gi utvikling av kraftig kontaktallergi. Skadelig for vannlevende organismer. <sup>12</sup>

For Klorparafinene ble det påvist svært høye konsentrasjoner, over grensen for hva som skal behandles som farlig avfall om det skal skiftes ut, graves opp og leveres til avfallshåndtering (grensen for farlig avfall 2500mg/kg). Ifølge Miljødirektoratets helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn betyr det samtidig at grunnen med slikt dekke vil karakteriseres som forurensningsmessig i «svært dårlig tilstand», og formodentlig uakseptabel for såkalt følsom arealbruk som barns lekeområder.<sup>13</sup> Ftalaten DiNP er i EU forbudt (<0,1% vekt) i produkter barn kan putte i munnen<sup>14</sup>.

<sup>7</sup> <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/klorerte-parafiner-sccp-og-mccp/>

<sup>8</sup> <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/ftalater/>

<sup>9</sup> <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/fosfororganiske-flammehemmere/>

<sup>10</sup> <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/PAH>

<sup>11</sup> <https://www.naaf.no/aktuelt/nyhetsarkiv/rengjoringsmidler-og-maling-oker-risikoen-for-astma-og-allergi-hos-barn/>

<sup>12</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/Mercaptobenzothiazole>

<sup>13</sup> <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/klif2/publikasjoner/2553/ta2553.pdf>

<sup>14</sup> <https://echa.europa.eu/documents/10162/57096439-2ddd-4f14-b832-85181a09f595>

## Vedlegg 1.

## Liste over stoffer identifisert i falldekkeblandprøven med non-target and suspect analysemetode

Compound Name	Formula	CAS#	Confidence/Kommentar
short chain chlorinated paraffins	stoffgruppe	-	1
medium chain chlorinated paraffins	stoffgruppe	-	1
cyanurid fluoride		-	3
FLUORANTHENE	C16H10	-	2
BENZOTHIAZOLE	C7H5NS	-	2
DIPHENYLAMINE	C12H11N	-	3
PHENANTHRENE	C14H10	-	3
2,6-DI-TERT-BUTYL-4-METHYLPHENOL	C15H24O	-	3
2,6-DI-TERT-BUTYL-4-METHYLPHENOL	C15H24O	-	3, isomer av samme
Cyclohexanamine, N-cyclohexyl-	C12H23N	101-83-7	
Glycerol 1,2-diacetate	C7H12O5	102-62-5	
Pyrene	C16H10	129-00-0	2
Tetradecane	C14H30	629-59-4	3
Bis(2-ethylhexyl) phthalate	C24H38O4	117-81-7	3, ftalat, kan være flere
Pentadecane	C15H32	629-62-9	3
Hexadecane	C16H34	544-76-3	3
Phenol, 4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)-	C14H22O	140-66-9	
2-(Methylmercapto)benzothiazole	C8H7NS2	615-22-5	
n-Hexadecanoic acid	C16H32O2	57-10-3	
2,6,10-Trimethyltridecane	C16H34	3891-99-4	
3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxybenzaldehyde	C15H22O2	1620-98-0	2
Hexadecane, 2,6,10,14-tetramethyl-	C20H42	638-36-8	
Heptadecane	C17H36	629-78-7	
Phenanthrene, 3,6-dimethyl-	C16H14	1576-67-6	
Hexestrol	C18H22O2	84-16-2	
Pentadecane, 2,6,10,14-tetramethyl-	C19H40	1921-70-6	
8-Benzylquinoline	C16H13N	28748-19-8	
1,4-Benzenediamine, N-(1,3-dimethylbutyl)-N'-phenyl-	C18H24N2	793-24-8	
Tributyl phosphate	C12H27O4P	126-73-8	
17.alpha.(H),21.beta.(H)-Hopane	C30H52	13849-96-2	
Dodecane, 2,6,10-trimethyl-	C15H32	3891-98-3	
Tetracosane	C24H50	646-31-1	
28-Nor-17.alpha.(H)-hopane	C29H50	53584-60-4	
Pentadecane, 2,6,10-trimethyl-	C18H38	3892-00-0	
benzenamine, 2,6-dimethyl-N,N-diphenyl-	C20H19N	1000401-78-4	
4b,8-Dimethyl-2-isopropylphenanthrene, 4b,5,6,7,8,8a,9,10-octahydro-	C19H28	1000197-14-1	
Dibutyl phthalate	C16H22O4	84-74-2	3, ftalat, kan være flere

Isophthalic acid, di(2-fluorophenyl) ester	C20H12F2O4	1000344-66-4	3
2,6-Bis(1,1-dimethylethyl)-4-(1-oxopropyl)phenol	C17H26O2	14035-34-8	
2,5-cyclohexadiene-1,4-dione, 2-(1,1-dimethylethyl)-5-(2-methyl-2-propen-1-yl)-	C14H18O2	1000396-22-4	
2-Isopropyl-10-methylphenanthrene	C18H18	66552-97-4	
n-Butyric acid tetrahydrofurfuryl ester	C8H14O3	637-65-0	
Anthracene, 9-butyl-1,2,3,4-tetrahydro-	C18H22	1000151-39-2	
Phthalic acid, 6-ethyl-3-octyl butyl ester	C22H34O4	1000315-17-4	
Dodecane, 1-iodo-	C12H25I	4292-19-7	
Benzamide, N-(3-methylphenyl)-3-methyl-	C15H15NO	1000307-11-3	
Triacotane	C30H62	638-68-6	3
Isophthalic acid, di(3,5-difluorophenyl) ester	C20H10F4O4	1000344-38-1	
Phthalic acid, cyclobutyl ethyl ester	C14H16O4	1000315-41-1	
7,9-Di-tert-butyl-1-oxaspiro(4,5)deca-6,9-diene-2,8-dione	C17H24O3	82304-66-3	
Isophthalic acid, 3,5-difluorophenyl octyl ester	C22H24F2O4	1000344-37-5	
Pentacosane	C25H52	629-99-2	
Phenanthrene, 2,3,5-trimethyl-	C17H16	3674-73-5	
Phenanthrene, 2-methyl-	C15H12	2531-84-2	
1-Methyl-10,18-bisnorabieta-8,11,13-triene	C19H28	1000293-16-9	
2H,8H-Benzo[1,2-b:5,4-b']dipyrans-10-propanol, 5-methoxy-2,2,8,8-tetramethyl-	C20H26O4	26535-37-5	
2-[2-[2-(2,2,3,3,3-Pentafluoropropanoyl)oxyethoxy]ethoxy]ethyl 2,2,3,3,3-pentafluoropropanoate	C14H16F10O7	1000351-99-8	
Benzeneethanamine, N-[(pentafluorophenyl)methyl]-	C15H12F5N	38842-15-8	
17.alpha.(H),21.beta.(H)-Homohopane	C31H54	53584-61-5	
Alanine, N-methyl-N-(2-chloroethoxycarbonyl)-, dodecyl ester	C19H36ClNO4	1000329-53-0	
CAPSO	C9 H19 N O4 S		
Dodecyl sulfate	C12 H26 O4 S		
2-Hydroxybenzothiazole	C7 H5 N O S		
α,α-Trehalose	C12 H22 O11		
5-(4-Carboxy-3-methylbutyl)-1,4a-dimethyl-6-methylenedecahydro-1-naphthalenecarboxylic acid	C20 H32 O4		
Dimethenamid ESA	C12 H19 N O5 S2		
2-Hydroxybenzothiazole	C7 H5 N O S		
2-[(1S,2S,4aR,8aS)-1-hydroxy-4a-methyl-8-methylidene-decahydronaphthalen-2-yl]prop-2-enoic acid	C15 H22 O3		
5-(4-Carboxy-3-methylbutyl)-1,4a-dimethyl-6-methylenedecahydro-1-naphthalenecarboxylic acid	C20 H32 O4		
2,5-di-tert-Butylhydroquinone	C14 H22 O2		
4-Indolecarbaldehyde	C9 H7 N O		
5,7-Dihydroxy-4-methylcoumarin	C10 H8 O4		
3-Phenoxybenzoic acid	C13 H10 O3		
4,4'-Dihydroxybenzophenone	C13 H10 O3		

2,3-Dihydro-1-benzofuran-2-carboxylic acid	C9 H8 O3		
Hexadecanamide	C16 H33 N O		
Triphenyl phosphate	C18 H15 O4 P		
Tributyl phosphate	C12 H27 O4 P		
1-Tetradecylamine	C14 H31 N		
Tris(2-butoxyethyl) phosphate	C18 H39 O7 P		
Isomer of Tributyl phosphate	C12 H27 O4 P		
Ethyl oleate	C20 H38 O2		
4-tert-Butylcyclohexyl acetate	C12 H22 O2		
Triisobutyl phosphate	C12 H27 O4 P		
isomer of 4-tert-Butylcyclohexyl acetate	C12 H22 O2		
Bis(2,2,6,6-tetramethyl-4-piperidyl)sebacate	C28 H52 N2 O4		
PPG n7	C21 H44 O8		
PPG n8	C24 H50 O9		
N,N'-Diphenylguanidine	C13 H13 N3		
PPG n9	C27 H56 O10		
PPG n10	C30 H62 O11		
PPG n5	C15 H32 O6		
PPG n11	C33 H68 O12		
3-Phenyl-2,3-dihydro-1,3-benzothiazol-2-imine	C13 H10 N2 S		
PPG n4	C12 H26 O5		
Leucomalachite green	C23 H26 N2		
2-Phenylbenzimidazole	C13 H10 N2		
PEG n10	C20 H42 O11		
PPG n4	C12 H26 O5		
N-Cyclohexyl-N-methylcyclohexanamine	C13 H25 N		
PPG n4	C12 H26 O5		
N-(4-piperidinophenyl)benzamide	C18 H20 N2 O		
PEG n5	C10 H22 O6		
3-Methyl- $\alpha$ -pyrrolidinobutiophenone	C15 H21 N O		
Hexamethoxymethyl melamine	C15 H30 N6 O6		
Triethyleneglycol bis(2-ethylhexanoate)	C22 H42 O6		
PEG n5	C10 H22 O6		
N,N'-Diphenylurea	C13 H12 N2 O		
Brilliant green	C27 H32 N2		
5,6-Dihydrophenanthridin-6-one	C13 H9 N O		

Vedlegg 2

**Resultat av kvantitative analyser for klorparafiner, ftalater og organofosfat-flammehemmere**

**Ftalater, ug /kg plast**

Sample Name:	DMP	DEP	DiBP	DnBP	DCHP	DMPP	BnBP	DHxP	DEHP	DOP	DiNP	DNP	DiDCP
Plast barnehage	< 40	< 40	< 40	< 40	15,7	< 2.9	< 2.9	18,7	6637	< 8.0	56750	< 9.2	4048
LOD	40	40	40	40	1,5	2,9	2,9	12	15	8,0	42	9,2	14
LOQ	70	70	70	70	2,6	4,9	4,9	32	35	15	60	17	40

**Organofosfor flammehemmere, ug /kg plast**

Sample Name	TEP	TCEP	TCPP	TPrP	BdPhP	DBPhP	TDCPP	TPP	TiBP	TnBP	TBEP	TCP	EHDP	TXP	TIPP	TEHP
Plast Barnehage	<5,5	<35,5	27,8	<1,1	<5,3	<5,3	<14,6	40,7	<3,4	<3,4	73,5	9,6	55,6	<2,2	<2,1	3764
LOD	5,5	35,2	15,8	1,1	5,3	5,3	14,6	5,1	3,4	3,4	1,1	4,0	21,9	2,2	2,1	5,3
LOQ	7,7	46,6	23,7	2,1	9,5	9,5	30,5	9,1	5,4	5,4	3,2	5,3	34,5	4,4	6,3	9,5

**Klorparafiner**

SCCP: 5 mg/g *(=5000mg/kg = 5 000 000 ug/kg plast)*

MCCP: 9 mg/g *(=9000mg/kg= 9 000 000 ug/kg plast)*