

Bilaga 2: TILLSATSÖVERSIKT

Urvalet i denna bilaga om plasttillsatser är huvudsakligen baserat på innehållet i "Plastics Additives Handbook"¹ i kombination med information hämtad från en databas över polymertillsatser², en review-artikel om tillsatser i plast³ samt genomförande konsulterers sakkunskap om vilka tillsatser som är vanligt förekommande. Då information saknats där har någon mer specifik referens angivits. Målet har varit att få med de mest förekommande tillsatserna för de vanligaste platsorterna (se huvudrapporten och bilaga 1) och det finns därför fler tillsatser än de som tas upp i denna översikt.

Följande typer av tillsatser har inkluderats:

1. Mjukgörare
2. Flamskyddsmedel
3. Antioxidanter
4. UV-stabilisatorer
5. Syra neutraliserare
6. Värmestabilisatorer
7. Biocider
8. Pigment och färgämnen
9. Fyllnadsmedel
10. Blåsmedel
11. Initiatorer, härdare, vulkaniseringsmedel och tvärbindare.
12. Smörjmedel och polymerprocesskemikalier
13. Tillsatser för förbättring av ytegenskaper: Antistatmedel, antiklibbmedel, glidmedel och antidimmedel

För respektive typ av tillsats har strävats efter att sammanställa information om varför de behövs och hur de används, hur de fungerar ur ett kemiskt perspektiv, vilka typer av ämnen som kan ha den önskade funktionen, vilka problem som är förknippade med tillsatsen samt om det finns lagstiftning kopplat till dem. För att illustrera vilka typer av ämnen som kan förekomma finns en tabell i varje avsnitt med generella strukturtyper, i vilka material de vanligen används, exempel på ämnen med namn eller vedertagen förkortning, CAS-nr, de allvarligaste klassificeringarna hämtade från ECHA:s⁴ databas för klassificering och märkning (C&L), samt en kolumn där specifik lagstiftning noterats. Avseende de kemiska strukturerna, anges i flera fall beteckningarna R eller Ar för att visa att det kan vara olika kolvätesubstituent. R betyder att det generellt är en struktur med mättade kolväten och Ar betyder att det är en aromatisk struktur. När det anges olika material, används de förkortningar som beskrivs i bilaga 1.

För att beskriva tillsatsämnenas farlighet och för att få plats i tabellen, har ämnenas farliga egenskaper angivits i form av H-fraser i enlighet CLP-förordningen⁵. Ämnenas respektive klassificering har hämtats från ECHAs klassificerings och märkningsdatabas C&L.⁶ Om en harmoniserad klassificering finns är det den som använts, men annars har den vanligaste klassificeringen använts. Märk att endast de allvarligaste faroangivelserna för respektive ämne har noterats. Hälsorfaror så som irriterande och skadligt har inte tagits med om ämnet också är klassificerat som allergiframkallande och cancerogent. Om "-." är angivet betyder det att ämnet, av de flesta, inte anses uppfylla kriterierna för klassificering. Om t ex "- / H351" är angivet betyder det att även den klassificering som kommer efter "/" är relativt vanlig.

I tabell 1, nedan följer en sammanställning av de H-fraser som använts i denna bilaga och deras betydelser. Dessa faroangivelser har använts vidare för att ta fram RISKMATRISEN i bilaga 5. I kolumnen till höger visar färgen enligt vilken risknivå de olika faroangivelserna kategoriserats. De tre risknivåerna är baserade på definitionerna för utfasnings- och riskminskningsämnen i kemikalieplanen för

¹ Zweifel, H. et al, *Plastics Additive Handbook*, 6th edition, ISBN 978-1-56990-430-5

² Polymertillsatsdatabas: <https://polymer-additives.specialchem.com/selectors>

³ Hahladakis, J. N. et al, "An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling", *Journal of Hazardous Material*, 344 (2018) 179-199, https://www.researchgate.net/publication/320297213_An_overview_of_chemical_additives_present_in_plastics_Migration_release_fate_and_environmental_impact_during_their_use_disposal_and_recycling

⁴ ECHA = den europeiska kemikaliemyndigheten: <https://echa.europa.eu/sv/support>

⁵ CLP-förordningen: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R1272-20191201&from=EN>

⁶ C&L: <https://echa.europa.eu/sv/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

2020-2023. **Orange** = Tillsats är enligt CLP klassificerad som CMR-ämne kategori 1 eller ozonförstörande alternativt bedömt som hormonstörande eller PBT-vPvB-ämne. **Gul** = Tillsats är enligt CLP klassificerad som CMR-ämne kategori 2, akut toxicitet kategori 1 eller 2, hud- eller luftvägssensibiliserande, hög specifik organotoxicitet eller miljöfarligt ämne med långtidseffekter. **Grön** = Tillsats är inte klassificerade enligt orange eller gul. Se vidare avsnitt 6.3 i rapporten samt bilaga 5, RISKMATRIS.

Tabell 1: Sammanställning av H-fraser som förekommer i denna bilaga samt vilken risknivå de kopplar till.

CLP H-fraser	Innebörd	Riskenivå
H300	Dödligt vid förtäring.	Orange
H301	Giftigt vid förtäring.	Orange
H302	Skadligt vid förtäring.	Orange
H310	Dödligt vid hudkontakt.	Orange
H311	Giftigt vid hudkontakt.	Orange
H312	Skadligt vid hudkontakt.	Orange
H314	Orsakar allvarliga frätskador på hud och ögon.	Orange
H315	Irriterar huden.	Grön
H317	Kan orsaka allergisk hudreaktion.	Orange
H318	Orsakar allvarliga ögonskador.	Orange
H319	Orsakar allvarlig ögonirritation.	Grön
H330	Dödligt vid inandning.	Orange
H331	Giftigt vid inandning.	Orange
H332	Skadligt vid inandning.	Orange
H334	Kan orsaka allergi- eller astmasymptom eller andningssvårigheter vid inandning.	Orange
H335	Kan orsaka irritation av luftvägarna.	Grön
H340	Kan orsaka genetiska defekter.	Orange
H341	Misstänks kunna orsaka genetiska defekter.	Orange
H350	Kan orsaka cancer.	Orange
H351	Misstänks kunna orsaka cancer.	Orange
H360	Kan skada fertiliteten eller det ofödda barnet.	Orange
H361	Misstänks kunna skada fertiliteten eller det ofödda barnet.	Orange
H362	Kan skada spädbarn som ammas.	Grön
H370	Orsakar organskador vid enstaka exponering.	Orange
H371	Kan orsaka organskador vid enstaka exponering.	Grön
H372	Orsakar organskador vid upprepade exponering.	Orange
H373	Kan orsaka organskador vid upprepade exponering.	Grön
H400	Mycket giftigt för vattenlevande organismer.	Grön
H410	Mycket giftigt för vattenlevande organismer med långtidseffekter.	Orange
H411	Giftigt för vattenlevande organismer med långtidseffekter.	Grön
H412	Skadliga långtidseffekter för vattenlevande organismer.	Grön
H413	Kan ge skadliga långtidseffekter på vattenlevande organismer.	Orange
H420	Skadar folkhälsan och miljön genom att förstöra ozonet i övre delen av atmosfären.	Orange

I kolumnen för lagstiftning har följande förordningar och direktiv beaktats:

- FCM-Plastförordningen: (EU) 10/2011 (EU:s lagstiftning för plastmaterial i kontakt med livsmedel)⁷

Notera följande förklaringar avseende information angiven i lagstiftningskolumnen:

- SML = Specific Migration Limits, anges alltid i mg/kg (migrationsundersökningar ska göras för alla FCM-material av plast)⁸
- "FCM: ej OK" betyder att ämnet inte får användas överhuvudtaget i tillverkningen av plast avsedd för matkontakt.
- "FCM: SML=ND" betyder att ämnet inte får kunna detekteras i relevant migrationstest.
- "FCM: SML=1,5" betyder att ämnet får användas men får ej migrera från materialet i halter över 1,5 mg/kg till livsmedlet som förvaras i materialet.
- "FCM: inget SML" betyder att ämnet får användas samt att det inte finns något värde för specifik migration av just detta ämne. Då gäller fortfarande att total migration inte får överskrida 60 mg/kg)

⁷ FCM-Plastförordningen: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:02011R0010-20190131&qid=1565868914864&from=SV>

⁸ FCM-direktiv om migrationstester: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:31982L0711&from=SV>

- POPs-förordningen: (EU) 2019/1021 (EU:s lagstiftning om persistenta miljögifter)⁹
- Reach-förordningen: (EG) 1907/2006¹⁰ (EU:s övergripande kemikalielagstiftning med kandidatlistan¹¹, bilaga XIV¹² och bilaga XVII¹³)
Notera följande förklaring avseende information angiven i lagstiftningskolumnen:
 - "Reach: XVII/7" betyder att ämnet finns upptaget i Reach bilaga XVII, punkt 7.
- RoHS-direktivet: 2011/65/EU (EU:s lagstiftning för elektrisk och elektronisk utrustning)¹⁴
- TSD: 2009/48/EG (EU:s lagstiftning för leksaker)¹⁵

Generellt gäller att då en lagstiftning angivits i kolumnen omfattas ämnet av denna på något sätt. För specifik information hänvisas till lagdokumentet.

2.1 Mjuktgörare (sid 485¹)

Behov och användning

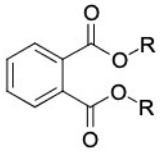
Mjuktgörare används huvudsakligen till hårda plastmaterial för att göra dem mindre sköra och mer tåliga mot att böjas eller tappas. PVC är den plast som är känd för att kunna innehålla stora mängder mjuktgörare. Största mängderna (upp till 70%) mjuktgörare finns i produkter för golvbeläggning, tapeter, kabel, folie och plastbelagd väv (t ex galon). Andra plastpolymerer som är sköra eller av annan anledning får bättre egenskaper av tillsatt mjuktgörare är till exempel PS, ABS, PMMA, CA, hårda PU-material och märkligt nog även gummi. Dessa material innehåller dock inte lika mycket mjuktgörare som PVC och ofta används andra mjuktgörare än ftalater. Mjuktgörare kan även finnas i en mängd av de andra plasterna om det varit fördelaktigt för användningen.

Funktion och typer av ämnen

Den generella kemiska uppbyggnaden av mjuktgörare är att de består av ett nav till vilket flexibla kolkedjor är bundna. De mjuktgörande ämnena blandas med plastmassan och lägger sig emellan plastpolymererna så att dessa inte kan packas så tätt och därmed gör att plasten blir mjukare.

Den vanligaste och mest omtalade varianten är de sk ftalaterna. Dessa är estrar med olika längd och förgreningar. De flesta andra mjuktgörare har olika centerenheter till vilka två till tre estrar är kopplade. Hit hör t ex DINCH som anses vara en bra ersättare till ftalaterna. Ytterligare andra typer av föreningar som fungerar som mjuktgörare är kortare linjära polyestrar, epoxiderade glycerolestrar av fettsyror och klorerade paraffiner. I tabell 2 är de generella strukturerna för ftalater och andra vanligt förekommande mjuktgörare illustrerade där R är kolkedjor av olika varianter.

Tabell 2: Vanligt förekommande typer av mjuktgörare (10-70% av materialet).

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Ftalatestrar		PVC, PS, Syntetiskt gummi	DEHP	117-81-7	H360FD	FCM: SML=1,5, RoHS, TSD
			BBP	85-68-7	H360Df, H410	FCM: SML=30, RoHS, TSD
			DBP	84-74-2	H360Df, H400	FCM: SML=0,3, RoHS, TSD
			DIBP	84-69-5	H360Df	FCM: ej OK, RoHS, TSD
			DIPP	605-50-5	H360FD, H400	FCM: ej OK, TSD
			DIHP	71888-89-6	H360D	FCM: ej OK, TSD
			DHNUP	68515-42-4	H360Df	FCM: ej OK, TSD
			DPP	131-18-0 + 84777-06-0	H360FD, H400	FCM: ej OK, TSD
			DMEP	117-82-8	H360Df	FCM: ej OK, TSD
			DINP	28553-12-0	-	FCM: SML=9
			DIDP	26761-40-0	-	FCM: SML=9

⁹ POPs-förordningen: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R1021&qid=1562680146418&from=SV>

¹⁰ Reach-förordningen: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1907-20200101&qid=1580913799270&from=SV>

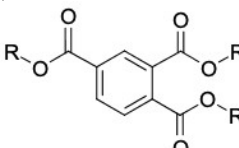
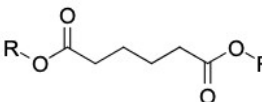
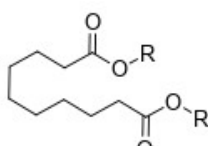
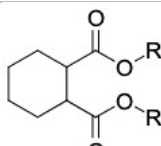
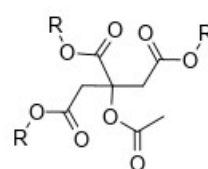
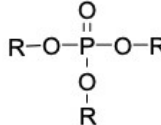
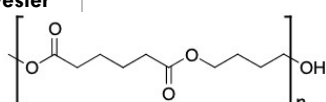
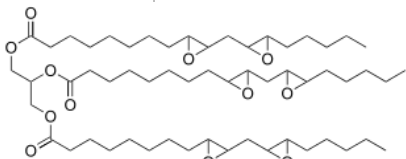
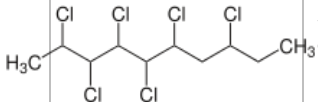
¹¹ Reach kandidatlista: <https://echa.europa.eu/sv/candidate-list-table>

¹² Reach bilaga XIV: <https://echa.europa.eu/sv/authorisation-list>

¹³ Reach bilaga XVII: <https://echa.europa.eu/sv/substances-restricted-under-reach>

¹⁴ RoHS-direktivet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:02011L0065-20190722&from=EN>

¹⁵ Leksaksdirektivet (TSD): <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:02009L0048-20191118&from=EN>

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
			DNOP	117-84-0	-	FCM: ej OK Samtliga exempel är begränsade i Reach på olika sätt
Trimellitater		PVC, ABS, PMMA, Syntetiskt gummi	TOTM	3319-31-1	- / H361	FCM: ej OK
Adipater		PVC, PVDC, PS, CA, Gummi	DOA	103-23-1	-	FCM: SML=18
Sebacater		PVC, PVDC, PS, CA, Syntetiskt gummi	DBS	109-43-3	-	FCM: SML=60
Cyklohexan 1,2-dikarboxylater		PVC, PVDC, Syntetiskt gummi	DINCH	166412-78-8	-	FCM: SML=60
Citrate		PVC, PVDC, CA, Syntetiskt gummi	ATBC	77-90-7	-	FCM: SML=60
Fosfater		PVC, PS, CA, PC, PU, Syntetiskt gummi	TCP DDP	78-30-8 29761-21-5	H370 H413	FCM: ej OK FCM: ej OK
Linjär polyester		PVC, PS, ABS, Syntetiskt gummi	Polybutylen-adipat	25103-87-1	-	FCM: ej OK
Epoxiderade naturliga fettsyror	Exempel: Epoxiderad sojabönsolja (ESO) 	PVC, PS, ABS, Syntetiskt gummi	ESO	8013-07-8	-	FCM: SML=60
Klorparaffiner		PVC, Syntetiskt gummi	SCCP (C ₁₀₋₁₃) MCCP (C ₁₄₋₁₇) LCCP (C _{>17})	85535-84-8 85535-85-9 63449-39-8	H351, H410 H362, H410 -	FCM: ej OK, POPs Reach: SVHC, FCM: ej OK FCM: ej OK

Problem och lagstiftning

I och med att mjukgörare inte är kemiskt bundna i plasten kan de sippra ut med tiden. Detta har visat sig vara problematiskt då flera av ftalaterarna har visat sig ha hormonstörande egenskaper eftersom de binder till en receptor i kroppen som reglerar mängden könshormoner. Olika strukturer binder till

receptorn på lite olika sätt vilket gör att det inte går att förutsäga vilka biokemiska konsekvenser dessa ämnen resulterar i.

Av ovan angivna ämnestyper är numera flera av de mest använda ftalaterna samt klorparaffiner av SCCP-typ begränsade i Reach och andra lagstiftningar på olika sätt. För att se vilka begränsningar ett ämne har i Reach (kandidatlistan, bilaga XIV och/eller bilaga XVII) använder man dess CAS-nr i sökning i ECHAs databas.¹⁶ Klorparaffinerna av SCCP-typ är också begränsade i POPs-förordningen om långlivade organiska föreningar.

2.2 Flamskyddsmedel (sid 702¹)

Behov och användning

De flesta plaster består till största delen av kol och väte (precis som olja) och är därmed lättantändliga och brinner bra. I och med att plastmaterial började finnas "överallt" blev det en risk med så mycket lättantändliga material. Flamskyddsmedlen kom till och används för att försvåra antändningen av ett material eller minska spridningen av brand, men de gör inte materialet obrännbart. I vissa applikationer är det av större vikt att tillföra flamskyddande egenskaper än andra. Exempelvis i elektronik, möbelklädsel och andra inredningstextiler. Men det förekommer i andra typer av produkter också eftersom själva bearbetningen av termoplaster innebär upphettning och brandrisk.

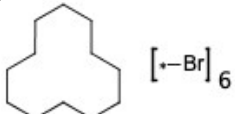
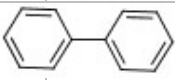
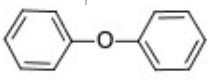
Funktion och typer av ämnen

En mängd olika kemiska föreningar har egenskaper som gör dem mindre benägna att antändas. Dessa egenskaper har utnyttjats i de så kallade flamskyddsmedlen.

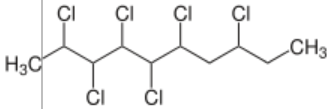
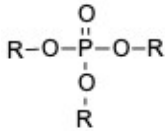
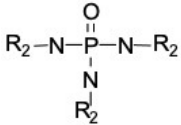
Generellt är organiska föreningar som även består av halogener som fluor, klor, brom och jod inte lättantändliga som motsvarande ämne utan en eller flera halogenatomer. Detta beror på att de vätehalider som bildas vid upphettning, fångar upp de fria väteradikaler som också bildas vid upphettning fast från plastpolymeren. Detta bromsar förbränningen. Principen för hur de bromerade flamskyddsmedlen fungerar är att de vid uppvärmning faller sönder och vätehaliden HBr bildas. Bromerade flamskyddsmedel anses vara effektiva och det finns en mängd olika varianter. De kan antingen vara bundna till polymeren eller obundna. De obundna kan, på samma sätt som mjukgörare, läcka ut från materialet. Klorparaffiner är inte bara mjukgörare utan fungerar även på liknande sätt som de bromerade flamskyddsmedlen.

Andra vanligt förekommande flamskyddande kemikalier är fosfatestrar och vissa metalloxidhydrater. Fosforbaserade flamskyddsmedel fungerar på vissa plastpolymerer genom att det bildas omlagringsprodukter där fosfor är direkt bundet till en aromaring. Dessa är icke-flyktiga och icke brännbara och fäster på ytan av polymeren och förhindrar därmed brännbara baser att komma i kontakt med lågan. Metalloxidhydrater (där Aluminiumtrihydroxid är den vanligaste) fungerar också bra som flamskyddsmedel genom att de vid högre temperaturer släpper ifrån sig vatten som lägger sig på ytan av det flamskyddade materialet och skiljer det på så sätt från dess omgivning. Det ger både flamskydd och minskad rökbildning. Några vanliga varianter på flamskyddsmedel är sammanställda i tabell 3 där antalet brom anges efter parenteserna och R är kolkedjor av olika varianter.

Tabell 3: Vanligt förekommande typer av flamskyddsmedel (3-25% av materialet för bromerade, annars 0,7-3%).

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Hexabrom-cyklododekaner	 [•-Br] ₆	PS, ABS, PE, PP, PET, PBT, PA, EP, Syntetiskt gummi, mfl	HBCDD	25637-99-4	H361, H362	FCM: ej OK, RoHS, TSD
Polybromerade bifenyler	 [•-Br] ₆₋₁₀		PBB	59536-65-1	-	FCM: ej OK, Reach: XVII/8, RoHS
Polybromerade difenyletrar	 [•-Br] ₅₋₁₀		PentaBDE OktaBDE	32534-81-9 32536-52-0	H362, H410 H360Df	FCM: ej OK, POPs, RoHS FCM: ej OK, Reach: XVII/45, TSD

¹⁶ ECHAs databas: <https://echa.europa.eu/sv/information-on-chemicals>

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
			DekaBED	1163-19-5	H319	FCM: ej OK, POPs, REACH: XVII/67
Klorparaffiner	Exempel: SCCP 	PVC, PU, EP, Syntetiskt gummi	SCCP (C ₁₀₋₁₃) MCCP (C ₁₄₋₁₇) LCCP (C _{>17})	85535-84-8 85535-85-9 63449-39-8	H351, H410 H362, H410 -	FCM: ej OK, POPs, TSD Reach: SVHC FCM: ej OK FCM: ej OK
Fosfater		PVC, EP, PP, PS, PE, CA, PC, PU, TPE, Syntetiskt gummi	TCEP TBPP BDP Trifenylfosfat RDP	115-96-8 126-72-7 5945-33-5 115-86-6 57583-54-7	H351, H360F H350, H400 H413 / - H410 H411 / H412	FCM: SML=ND, TSD FCM: ej OK, TSD FCM: ej OK FCM: ej OK FCM: ej OK
Tris (1-aziridinyl) fosfinoxid			TEPA	545-55-1	-	FCM: ej OK, Reach: XVII/7
Metalloxid-hydrater	Al(OH) ₃ Mg(OH) ₂	PVC, EP, TPE, PE, PP, EVA _c , Syntetiskt gummi	ATH MDH	21645-51-2 1309-42-8	- -	FCM: inget SML FCM: inget SML

Problem och lagstiftning

Obundna flamskyddsmedel kan, på samma sätt som mjukgörarna, läcka ut från materialet, vilket är problematiskt då många bromerade flamskyddsmedel har visat sig ha hormonstörande eller fortplantningsstörande effekter. De värsta av de som använts mycket är begränsade i Reach, POPs och/eller RoHS. De fosforbaserade flamskyddsmedlen är generellt mer miljöfarliga och en av dem (TEPA) är också begränsad i Reach och tre organofosfater är reglerade specifikt i TSD (TCPP, TDCP, TCEP). De minst problematiska ämnena är metalloxidhydraterna aluminiumoxid trihydrat och magnesiumhydroxid dihydrat.

2.3 Antioxidanter (sid 3¹)

Behov och användning

De flesta organiska material, oavsett om de är naturliga eller syntetiska, reagerar med syre. När en plastpolymer oxideras ändras de mekaniska egenskaperna och draghållfastheten blir sämre. Detta vill man undvika. Vissa plaster är mer benägna att oxideras än andra. Generellt oxideras olefinplasterna lättare än de flesta övriga varianter. Och av olefinplasterna är PP och PS de mest oxidationsbenägna eftersom de har tertiära kol som lättare lämnar ifrån sig en väteatom i radikalform, vilket är första steget i oxidationen. Detta följs av reaktion med syrgas och bildandet av en peroxid. Denna process kan stoppas på flera olika ställen och antioxidant som används till detta fungerar i huvudsak på fyra olika sätt: Vätedonatorer, peroxidförgörare, radikalfångare eller komplexbildare. I tabell 3 finns exempel på dessa olika varianter.

Funktion och typer av ämnen

Vätedonerande antioxidant fungerar genom att släppa ifrån sig en proton till de ställen som blivit av med en. De utgörs av molekyler som kan sprida ut den negativa laddningen i ett mer lågenergetiskt tillstånd. Molekyler som har dessa egenskaper är t ex sekundära aromatiska aminer och steriskt hindrade fenoler.

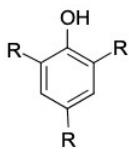
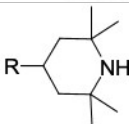
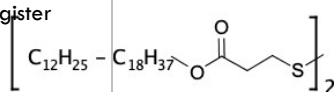
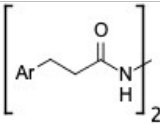
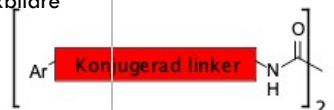
Aromatiska fosfiter och fosfoniter fungerar som peroxidförgörande antioxidant. Fosfiterna eller fosfoniterna oxideras till fosfater samtidigt som peroxiden reduceras till alkohol.

Steriskt hindrade aminer (= HALS) oxideras lätt till hydroxylaminer som mycket effektivt fångar upp och kopplar ihop sig med radikaler.

Det fjärde sättet att minska de oxidativa processerna är att fånga upp de metalljoner som kan finnas kvar i matrix (= mellanrummen mellan polymerkedjorna) från tillverkningen eller i produkter som

elkablar. Till detta används komplexbildare som gör att metalljonerna inte kan katalysera bildandet av radikaler som annars lätt sker.

Tabell 4: Vanligt förekommande typer av antioxidanter (0,05-3% av materialet).

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Vätledonatorer: Sekundära aromatiska aminer	Ar-N-Ar H	Gummi	2-Naftylanilin 1-Naftylanilin	135-88-6 90-30-2	H317, H351 H317, H410	FCM: ej OK, TSD FCM: ej OK
Vätledonatorer: Steriskt hindrade fenoler		PE, PP, PS, ABS, PU	BHT BHA Cyanox 2246 Irganox 1076 Irganox 1010	128-37-0 25013-16-5 119-47-1 2082-79-3 6683-19-8	H410 H411 H361 - / H317 -	FCM: SML=3 FCM: SML=30 FCM: SML=1,5, TSD FCM: SML=6 FCM: inget SML
Peroxidförgörare: Fosfiter	Ar-O-P(O)(O-Ar)	PE, PP, PS, ABS, PU	TNPP Irgafos 168 TTBP	26523-78-4 31570-04-4 161717-32-4	H317, H410 - H317, H413	FCM: ej OK, Reach: SVHC FCM: inget SML FCM: SML=2
Peroxidförgörare: Fosfoniter	R-P(O)(O-Ar)		Irgafos P-EPQ	38613-77-3	- / H410	FCM: SML=18
Radikalfångare: Steriskt hindrade aminer		PE, PP För ökad långtids- stabilitet	Cyasorb UV- 3581	79720-19-7	H410	FCM: ej OK
Tiosynergister		PE, PP För ökad långtids- stabilitet	Irganox PS802 Irganox PS800	693-36-7 123-28-4	- -	FCM: SML=5 FCM: SML=5
Komplexbilare		PE, PP i kablar	Irganox MD- 1024	32687-78-8	- / H412	FCM: SML=15
Komplexbilare		PE, PP i kablar	Naugard XL-1 Eastman inhibitor OABH	70331-94-1 6629-10-3	- / H412 H317	FCM: Inget SML FCM: ej OK

Problem och lagstiftning

Vanligtvis används kombinationer av antioxidanter som är utprovade för och passar olika bra för olika polymerer. Bland antioxidanterna är det inte lika allmänt ett problem med att ämnena är klassificerade med allvarliga faroegenskaper som bland mjukgörare och flamskyddsmedel, men det finns några som är det. De flesta är inte begränsade i lagstiftningen.

2.4 UV-stabilisatorer (sid 139)

Behov och användning

En annan typ av oxidation beror på en kombination av solljus och syre (som ger singlet-syre). Detta leder, liksom vanlig oxidation ovan, via radikaler och peroxider, till mer eller mindre försämrade funktion och utseende för de flesta plaster. Även här är olefinplasterna mer känsliga än andra och PP är känsligare än PE. Följande plaster är de som vanligtvis anges bli påverkade av fotooxidation: PP, PE, PS, PA, PVC, PC, PU, PET, PBT, PES och EP.

Funktion och typer av ämnen

De viktigaste typerna av UV-stabilisatorer är 2-hydroxy bensofenoner, 2-hydroxyfenylbenzotiazoler, organiska nickelföreningar och steriskt hindrade aminer (HALS). Alla dessa typer av molekyler fångar på olika sätt upp de reaktiva intermedierna eller den höga energi de innehåller så att de inte kan göra skada.

Tabell 5: Vanligt förekommande typer av UV-stabilisatorer (0,05-3% av materialet).

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Bensofenoner		PE, PP, PS PVC, PMMA, UP (omättad PES)	Oxybenzone Dioxybenzone Cyasorb UV- 531	131-57-7 131-53-3 1843-05-6	H400, H411 H317, H411 H317, H413	FCM: SML=6 FCM: SML=6 FCM: SML=6
Bensotriazol		PVC, PC, PP, PE, PS, PET, PBT, PMMA, PA, POM, EP, PU, gummi	Tinuvin P Tinuvin 320 Tinuvin 327 Cyasorb UV- 5411 Tinuvin 350 Tinuvin 234	2440-22-4 3846-71-7 3864-99-1 3147-75-9 36437-37-3 70321-86-7	H317, H410 H351, H373 H373, H412 - H373, H413 H413	FCM: SML=30 FCM: ej OK, Reach: SVHC, XIV/54, TSD FCM: SML=30, Reach: SVHC, XIV/52 FCM: ej OK FCM: ej OK, Reach: SVHC, XIV/53 FCM: SML=1,5
Steriskt hindrade aminer		PE, PP, PS, ABS, PA, PVC, POM, PU, PES, EVAC	Tinuvin 770 Chimassorb 944 Cyasorb UV- 3346 Cyasorb UV- 3581 Uvinul 4050 H	52829-07-9 71878-19-8 90751-07-8 79720-19-7 124172-53-8	H318, H411 H330 Polymer H410 H319, H412	FCM: ej OK FCM: SML=3 FCM: SML=5 FCM: ej OK FCM: SML=0,05
Triaziner		PE, PP, PS, PET, PBT, PC	Tinuvin 1577	147315-50-2	H413	FCM: SML=0,05
Bensyliden- malonatestrar		PVC, PES, PC, PA, PS, EVAC	Cyasorb UV- 1988	7443-25-6	H319, H411	FCM: ej OK
Organiska nickelföreningar	Exempel: Cyasorb UV-1084 	Jordbruksfilm	Cyasorb UV- 1084	14516-71-3	H317, H410	FCM: ej OK

Problem och lagstiftning

UV-stabilisatorer, liksom antioxidanter, ingår ofta i utprovade kombinationer som passar olika material. Dessa är vanligtvis inte heller lika hälsofarliga som mjukgörare och flamskyddsmedel även om det är relativt vanligt att de har miljöfarliga egenskaper. Utöver det är några av bensotriazolerna upptagna i Reach, bilaga XIV med sunset date 2023.

2.5 Syraneutralisere (sid 515¹)

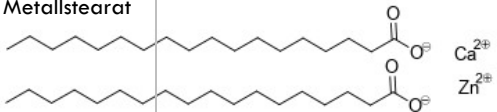
Behov och användning

Vid tillverkningen av polyolefiner används ofta kloridinnehållande katalysatorer. Även om det bara tillsätts en mycket liten del blir det små restmängder (ppm-nivå) kvar i materialet. Denna lilla mängd är dock tillräcklig för att försämra materialets hållbarhet. Därför, utöver antioxidanter och UV-stabilisatorer, är även syraneutralisere vanligt som tillsats i polyolefiner (ffa HDPE, LLDPE och PP-at).

Funktion och typer av ämnen

Det finns några olika varianter av syrahämmare som alla blandas som pulver i polymermassan. Metallstearaterna är basiska och blandar sig bra med polymererna och kan därigenom neutralisera kvarvarande hydroklorid (HCl). Mineraler i form av hydrotalcit består till viss del av karbonat som vid användning i en polyolefin med kvarvarande katalysatorrest byts ut mot kloriden och ger ett stabilare material. Om zinkoxid används som syrahämmare genereras zinkklorid och zinkhydroxid vid neutralisering.

Tabell 6: Vanligt förekommande typer av syraneutraliserare (0,05-3% av materialet).

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Metallstearat		HDPE, LLDPE, PP	Calciumstearat Zinkstearat	1592-23-0	-	FCM: ej OK
Mineraler	$\text{Al}_2\text{Mg}_4(\text{OH})_{13}\text{CO}_3$		Hydrotalcit Hydrocalumit	11097-59-9	-	FCM: inget SML
Metalloxider	ZnO		Zinkoxid	1314-13-2	H410	FCM: inget SML

Problem och lagstiftning

Även syraneutraliserare ingår ofta i utprövade kombinationer som passar olika material. Ingen av ämnestyperna som vanligtvis används för detta ändamål är begränsade i lagstiftning och det finns alternativ som är godkända för matkontaktmaterial.

2.6 Värmestabilisatorer (sid 426¹)

Behov och användning

PVC är instabil på ett lite annat sätt än de icke-halogenerade olefinplasterna. Vid värme frigörs saltsyra (HCl) och det bildas dubbelbindningar i polymeren. Dubbelbindningarna är reaktiva och reagerar vidare på alla möjliga sätt och gör att materialet får sämre egenskaper. Information om vid vilken temperatur detta sker varierar från 70 till 200°C.^{17,18,19,20} Sannolikt är det flera parametrar som påverkar vid vilken temperatur detta börjar ske.

Funktion och typer av ämnen

Detta problem kan avhjälpas genom att tillsätta vissa oorganiska eller organiska metallsalter (ofta karboxylater) av olika slag. Vid temperaturhöjning ger dessa tillsatser bildning av en metallklorid samt att t ex karboxylat kan ersätta en del extra reaktiva kloridjoner i polymeren. Det bromsar sönderfallet och gör att polymeren blir mer stabil.

Andra mekanismer som också leder till stabilisering av PVC-polymeren är: Neutralisering av den HCl som bildas så att den potentiellt sura miljön inte katalyserar vidare eliminering, addition till de dubbelbindningar som bildats, förhindra oxidation, inaktivera genom att komplexbinda eller fånga upp fria radikaler som kan skynda på sönderfallet av PVC-plasten.

De vanligast förekommande metallsalterna är blybaserade och de flesta av dessa salter är mycket hälsofarliga. Även barium, kadmium eller zink samt blandningar av metalljoner fungerar. Dibutyltennföreningarna är också organiska salter med olika karboxylater som motjon. Dessa är mycket effektiva stabilisatorer eftersom de fungerar genom alla ovan mekanismer.

Utöver dessa metallsalter finns det många andra typer av ämnen som fungerar som stabilisatorer, t ex metallsalter av fettsyror och andra karboxylater samat organiska stabilisatorer som barbiturater, epoxiderade fettsyror eller linjära polyestrar.

Fettsyrorna och barbituraterna sägs ersätta kloratomer likt metallsalterna ovan. Epoxiderade fettsyror fungerar i huvudsak genom att de fångar upp den HCl som bildas. Linjära polyestrar fungerar genom

¹⁷ Wikipedia om PVC: https://en.wikipedia.org/wiki/Polyvinyl_chloride

¹⁸ Termisk stabilitet hos PVC: <https://oxoplast.com/en/stability-of-polyvinyl-chloride/>

¹⁹ Petre, A. L. et al, "Thermal degradation of polyvinyl chloride", Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, Vol 56 (1999) 1065-1070, https://www.researchgate.net/publication/227109960_Thermal_Degradation_of_Polyvinyl_Chloride

²⁰ Alwaan, I. M., "Kinetics of thermal degradation of recycled polyvinyl chloride resin", International Journal of Chemical Engineering, vol 2014, 1-7, <http://downloads.hindawi.com/journals/ijce/2014/701092.pdf>

att klor i PVC interagerar med karbonylerna i polyestern. Detta gör så att de instabila kloratomerna sitter bättre kvar i PVC-polymeren.

Tabell 7: Vanligt förekommande typer av värmestabilisatorer (0,5-3% av materialet).

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Dibutyltenn-föreningar		PVC	Dibutyltennmaleat Dioktyltenn-dimaleat	78-04-6 15571-60-5	H330, H350, H370, H410 Ej i C&L	FCM: ej OK, Reach: XVII/20, TSD FCM: SML=0,006, REACH: XVII/20, TSD
Blybaserade oorganiska salter		PVC	Tribasisk blyulfat Dibasisk blyfosfit	12202-17-4 12141-20-7	H351, H360, H372, H410 H351, H360, H372, H410	FCM: ej OK, Reach: SVHC, TSD FCM: ej OK, Reach: SVHC, TSD
Blybaserade organiska salter		PVC	Dibasisk blyftalat Dibasisk blystearat	17976-43-1 56189-09-4	H360, H410 H361, H410	FCM: ej OK, TSD FCM: ej OK, TSD
Metallkarboxylater		PVC	Blystearat Bariumstearat Cadmiumstearat Zinkstearat	1072-35-1 6865-35-6 2223-93-0 557-05-1	H360, H410 H410 H332 -	FCM: ej OK, Reach: XVII/63, TSD FCM: ej OK FCM: ej OK, REACH: XVII/23 FCM: ej OK
Barbiturater		PVC	Barbitursyra Tiobarbitursyra	67-52-7 504-17-6	- H335	FCM: ej OK FCM: ej OK
Epoxiderade naturliga fettsyror	Exempel: Epoxiderad sojabönsolja (ESO) 	PVC	ESO	8013-07-8	-	FCM: SML=60 FCM: SML=30 i förpackningar med innehåll avsett för små barn.
Linjär polyester		PVC	Polyetylenadipat	24938-37-2	-	FCM: ej OK som ämne, men monomererna är OK och har SML=30, resp inget SML

Problem och lagstiftning

Även stabilisatorerna används i kombinationer och mycket sällan var för sig. De traditionellt mest använda och mest effektiva blykarboxylaterna och dibutyltensalterna. Dessa är mycket hälsofarliga. De begränsas både i Reach och i TSD.

2.7 Biocider (sid 675¹)

Behov och användning

Plast som är avsett för användning i våta eller fuktiga miljöer blir lätt angripet av oönskade mikroorganismer. Det kan leda till gradvis nedbrytning, lukt och fläckar på materialet. Vissa bakterier som växer till på en plast kan också påverka människor negativt. De material som anses vara mest utsatta för mikroorganismer är mjukgjord PVC, PU-skum, gummi och andra elastomerer, LDPE och PES. En av fördelarna med mjukgörande ftalater är att de material där de ingår har mindre benägenhet att leda till problem med mikroorganismer än de med andra mjukgörare.

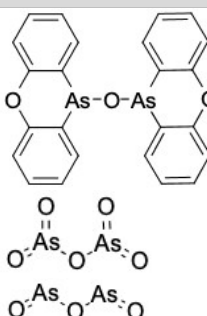
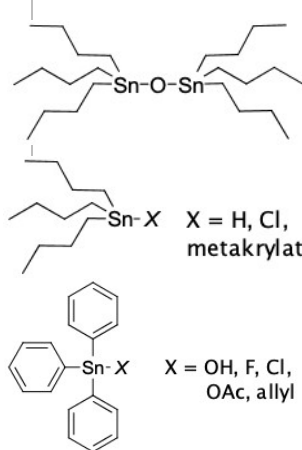
Funktion och typer av ämnen

Man kan antingen använda sig av antimikrobiella biostabilisatorer eller antimikrobiella aktiva ingredienser. Den första varianten är mindre inkorporerad i plasten än vad den andra är. Den aktiva ingrediensen är avsedd att långsamt frisättas från polymeren och migrera till ytan.

Det finns många olika typer av ämnen som används som biocider och de varianter som huvudsakligen används i plaster är arsenikbaserade derivat, andra metallderivat, ditiokarbamater, aromatiska halogenföreningar, isotiazolinoner och formaldehyd.²¹

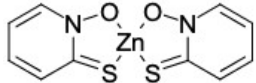
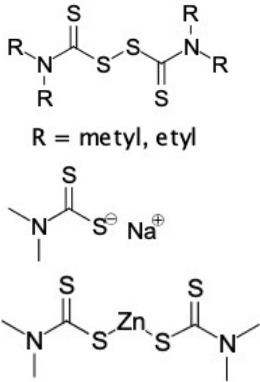
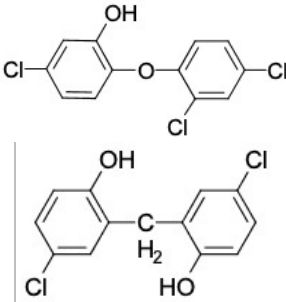
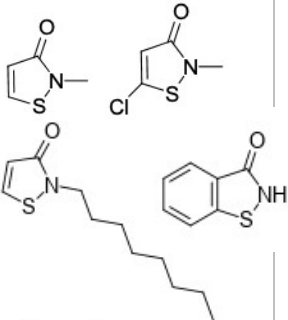
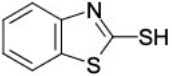

I de metallbaserade biociderna är det just metalljonerna som utgör den biocida effekten. I tiokarbamater är det en kombination av inhibering av ett viktigt enzym (som finns i bakterier och svampar) och bildandet av den giftiga gasen koldisulfid som har effekt. De aromatiska halogenerna verkar genom att hämma ett nödvändigt enzym i fettsyrametabolismen hos mikroorganismer. Isotiazolinoner fungerar genom att hämma kritiska enzymer i organismernas energitillverkning. Den huvudsakliga effekten av formaldehyd är att mikroorganismernas cellmembran förstörs.²²

Tabell 8: Vanligt förekommande typer av biocider (0,001-1% av materialet).

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Arsenikbaserade		PVC, PU, PE, PP, syntetiskt gummi, TPE	Oxybisfenox arsin (OBPA) Arsenik V oxid Arsenik III oxid	58-36-6 1303-28-2 1327-53-3	H300, H330, H372, H410 H301, H331, H350, H410 H300, H350, H410	FCM: ej OK, REACH: XVII/19 FCM: ej OK, Reach: XVII/19, TSD FCM: ej OK, REACH: XVII/19, TSD
Tennbaserade			Bis(tributyltenn)oxid (TBTO) Tributyltennhydrid Tributyltennklorid Tributyltennmetakrylat Trifenyлтennhydroxid Trefenyлтennfluorid Trifenyлтennklorid Trifenyлтennacetat Allyltrifenyлтenn	56-35-9 688-73-3 1461-22-9 2155-70-6 76-87-9 379-52-2 639-58-7 900-95-8 76-63-1	H360, H372, H410 H360, H372, H410 H360, H372, H410 - H330, H351, H361, H410 H331, H410 H331, H410 H330, H351, H361, H410 H331, H410	FCM: ej OK, Reach: SVHC, XVII/20 TSD Gäller för alla organiska tennföreningar

²¹ D'Arcy, N. "Antimicrobials in plastics: a global review", *Plastics, Additives and Compounding*, vol 3 (2001) 12-15, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1464391X01803287>

²² S. P. Denyer, "Mechanisms of action of antibacterial biocides", *International Biodeterioration & Biodegradation*, vol 36 (1995) 227-245, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0964830596000157>

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Silverbaserade	Silver-nanopartiklar	PP, PE, PS, ABS, PVC, PA, PC, POM	Silver	7440-22-4	H410	FCM: ej OK
Zinkbaserade	ZnO 	PVC, PP, PE, PA, syntetiskt gummi	Zinkoxid Zinc pyrithione	1314-13-2 13463-41-7	H410 H331, H410	FCM: inget SML FCM: ej OK
Ditiokarbamater		PVC, PU, syntetiskt gummi	Thiram Disulfiram Dibam Ziram	137-26-8 97-77-8 128-04-1 137-30-4	H317, H410 H317, H410 H410 H330, H410	FCM: ej OK FCM: ej OK FCM: ej OK FCM: ej OK
Aromatiska halogenföreningar		PE, PP, ABS, PVC, EVAc	Triclosan Dichlorophenol	3380-34-5 97-23-4	H410 H410	FCM: ej OK FCM: SML=12
Isotiazolinoner		PVC, PU, Gummi, EVAc, PE, PP	MIT CMIT OIT BIT	2682-20-4 26172-55-4 26530-20-1 2634-33-5	H317, H410 H317, H400 H317, H410 H317, H400	FCM: SML=0,5 FCM: ej OK FCM: ej OK FCM: ej OK
Bensotiazoler			Merkaptobensotiazole Merkaptobensotiazole Na-salt Merkaptobensotiazole Zn-salt	149-30-4 2492-26-4 155-04-4	H317, H410 H317, H410 H317, H410	FCM: ej OK FCM: ej OK FCM: ej OK
Diverse			Formaldehyd	50-00-0	H331, H341, H350	FCM: SML=15

Problem och lagstiftning

Biocider är avsedda att vara toxiska mot mikroorganismer, vilket gör att det i princip är omöjligt att hitta sådana ämnen som inte är förknippade med hälso- och/eller miljöfara. Således är ett problem att de tenderar att utöva de biocida effekterna även där det inte är önskvärt. Det finns dock ämnen som är värre än andra och i EU är användningen av biocider strikt reglerad i kemiska produkter och varor. Dessa regler gäller således även för plastmaterial.

Även om de traditionella arsenikbaserade ämnena antas utgöra ca 70% av de biocider som används i plastmaterial så går trenden från att använda dessa och dem som är baserade på andra giftiga metaller mot ämnen som isotiazolinoner. Även om den typen av ämnen också är reglerade fram för allt på grund av deras allergena egenskaper, så är de i sammanhanget mindre hälsofarliga.

2.8 Pigment, färgämnen (sid 831)


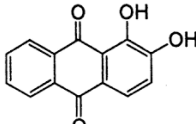
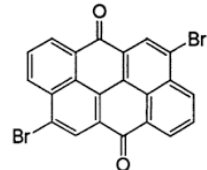
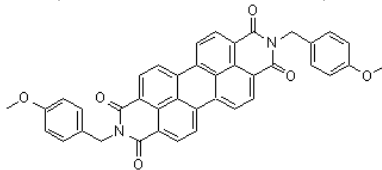
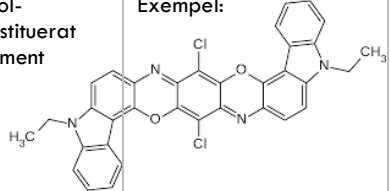
Behov och användning

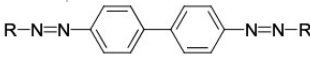
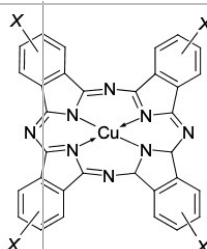
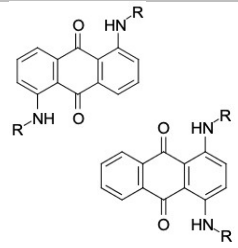
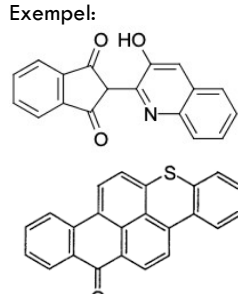
Pigment och färgämnen används för att ge plasten önskad färg.

Funktion och typer av ämnen

Pigment och färgämnen har samma effekt, men fungerar lite olika. En viktig skillnad är att pigment är olösliga i vatten medan färgämnen är lösliga. Det finns både oorganiska och organiska pigment och gemensamt för båda typerna är att de blandas med polymeren och finns i materialets matrix utan att kemiskt bindas. Färgämnen är alltid organiska molekyler som binds kemiskt till det material som de färgar. De blandas ofta i en vattenlösning och fixeringmedel ("mordant") kan behövas. Det finns naturliga och syntetiska varianter av både pigment och färgämnen.

Tabell 9: Vanligt förekommande typer av pigment och färgämnen i plastmaterial (0,001-10% av materialet).

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Metalloxid pigment	Exempel: TiO ₂ ZnO CoAl ₂ O ₄ Cr ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ Fe ₃ O ₄ Fe ₃ O ₄	PE, PP, PS, ABS, PET, PBT, PVC, PA, syntetiskt gummi, mm	Pigment White 6 Pigment White 4 Pigment Blue 28 Pigment Green 17 Pigment Red 101 Pigment Brown 6 Pigment Black 11	13463-67-7 1314-13-2 1345-16-0 1308-38-9 1309-37-1 52357-70-7 12227-89-3	- / H351 H410 - - / H360 - - -	TSD FCM: SML=5(Zn) FCM: SML=0,05 TSD FCM: SML=48 FCM: SML=48 FCM: SML=48
Andra oorganiska pigment	Exempel: (Cd,Zn)S Cd(S,Se)	PP, PA, PBT, PC, ABS, mm	Pigment Yellow 119 Pigment Orange 20	68187-51-9 12656-57-4	- -	Reach: XVII/23 Reach: XVII/23
Kolpigment	Exempel: Kimrök = Carbon black 	PE, PP, PVC, PS, ABS, PA, EVAc, gummi	Pigment Black 7	1333-86-4	- / H351	TSD
Antraquinon-baserade pigment	Exempel: Pigment Red 83 	PMMA, PS, PC, PET, PBT, PVC, PA	Pigment Red 83 Pigment Yellow 147	104074-25-1 4118-16-5	Ej i C&L -	- -
Antantron-baserade pigment	Exempel: Pigment Red 168 	Ospecifikt, men bra till både plast och färg	Pigment Red 168	4378-61-4	-	-
Perylen-baserade pigment	Exempel: Pigment Black 32 	Bra till färg	Pigment Black 32	83524-75-8	-	-
Indol-substituerat pigment	Exempel: 	PVC, PE	Pigment Violet 23	6358-30-1	-	-

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Azopigment	$R-N=N-R$  R = olika aromatbaserade grupper med olika opolära substituenten	PVC, PE, PP, PS, PA, ABS, SAN, PMMA, gummi	Pigment Red 176 Pigment Yellow 13 Pigment Orange 34	12225-06-8 5102-83-0 15793-73-4	- - -	- - -
Metall-komplex	 X = H eller Cl Cu eller annan metall	PVC, PS, PE, PP, ABS, PET, PA	Pigment Blue 15:6 Pigment Green 7	147-14-8 1328-53-6	- -	- -
Azofärgämnen	$R-N=N-R$ R = olika aromater med någon polär substituent på åtminstone den ena sidan	PMMA, PS, PVC,	Solvent Yellow 14 Solvent Red 195	842-07-9 72968-71-9	H317, H341, H351 -	TSD -
Organiska färgämnen	 R = aromatisk grupp	PS, SAN, ABS, PVC, PMMA, PC, PET, PA	Solvent Violet 36 Solvent Blue 97 Solvent Green 3	61951-89-1 61969-44-6 128-80-3	- - -	- - -
Diverse annorlunda färgämnesstrukturer	Exempel: 	PS, SAN, ABS, PMMA, PVC, PET	Disperse Yellow 54 Solvent Orange 63	12223-85-7 16294-75-0	- H317	- -

Problem och lagstiftning

Pigment och färgämnen har även andra egenskaper som gör att de fäster olika bra till olika material och tål olika typer av påfrestningar, så val anpassas lämpligen efter vilken polymer det gäller samt vad plasten är tänkt att användas till. Pigment används vanligen till PE, PP och PVC medan färgämnen generellt fungerar bättre till PS, PC och akrylater. Andra egenskaper som beaktas är beständighet mot värme, ljus och väder samt benägenhet för migration och transparens.

Färgämnen omfattas inte av FCM-plastförordningen enligt artikel 5 och 6. Dock har, enligt bilaga II i förordningen, ett antal metaller gränsvärden för specifik migration. Vidare anges att de aromatiska aminer som inte finns upptagna i förordningen (gäller t ex för de primära arylaminer som ingår i REACH, bilaga XVII, punkt 43) inte får detekteras i migrationstester (detektionsgräns = 0,01 mg/kg).

2.9 Fyllnadsmedel (sid 919¹)

Behov och användning

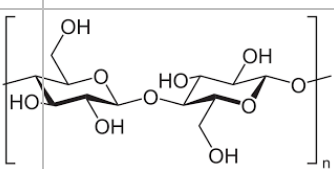
De flesta fyllnadsmedel är oorganiska mineraler med låg kostnad som tillsätts i ganska stor andel till plast och färg för att justera volym, vikt, kostnad eller prestanda.

Funktion och typer av ämnen

Det finns i huvudsak två grupper av fyllnadsmedel; inaktiva och aktiva. De inaktiva tillsätts i princip endast för att minska kostnaden och de aktiva för att modifiera egenskaperna. De egenskaper fyllnadsmedlen har är följande: densitet, dragstyrka, slagstyrka, stabilitet, viskositet, permeabilitet, brandbenägenhet, ytegenskaper, termiska, elektriska, optiska och akustiska.

Exempel på material som används är talk, gips, silika, kvarts, sand, kristobalit, dolomit, aragonit, magnesit, glaspärlor, fältspat, trämjöl, mica, lera, grafit, glasfiber, kolfiber mfl. Olika fyllnadsmedel passar mer eller mindre bra för olika polymerer och ändamål.

Tabell 10: Vanligt förekommande typer av fyllnadsmedel (upp till 50% av materialet).

Generell typ	Huvudsakliga beståndsdelar	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Kalcium-karbonat	CaCO ₃	PVC, PE, PP, syntetiskt gummi,	Kalksten = limestone Calcit Kalk Aragonit Marmor PCC	1317-65-3 13397-26-7 13397-25-6 14791-73-2 471-34-1 471-34-1	- - - - - -	FCM: ej OK FCM: ej OK FCM: ej OK FCM: ej OK FCM: ej OK FCM: ej OK
Magnesium-kalcium-karbonat	CaMg(CO ₃) ₂		Dolomit	16389-88-1	-	FCM: inget SML
Magnesium-karbonat	MgCO ₃	PVC, syntetiskt gummi	Magnesit	546-93-0	-	FCM: ej OK
Kalciumsulfat	CaSO ₄ x 2 H ₂ O	PVC	Gips Terra alba	13397-24-5 13397-24-5	-	FCM: ej OK FCM: ej OK
Bariumsulfat	BaSO ₄	PES, PU, syntetiskt gummi, PMMA, PC	Baryt	7727-43-7	-	FCM: ej OK
Kiseldioxid	SiO ₂	Gummi, EP, TPE	Silika Kvarts Sand Kristobalit Diatonit Glaspartiklar Keramaikpartiklar Glasfiber	7631-86-9 14808-60-7 14808-60-7 14464-46-1 68855-54-9 60676-86-0 66402-68-4 65997-17-3	- / (H372) - / H372 / H350 H372 - / H373 - H318 - / H350 H351	FCM: inget SML FCM: inget SML, TSD FCM: inget SML FCM: inget SML FCM: inget SML FCM: ej OK FCM: ej OK, TSD FCM: ej OK, TSD
Kiseldioxid-aluminiumoxid	SiO ₂ , Al ₂ O ₃	Syntetiskt gummi, PVC,	Fältspat Kaolinit, lera	68476-25-5 1332-58-7	H319, H335 / - -	FCM: ej OK FCM: inget SML
Kol	C	Syntetiskt gummi	Kimrök = carbon black Grafit Kolfiber	1333-86-4 7782-42-5 7440-44-0	- / H351 - H319, H335 / -	FCM: inget SML, TSD FCM: inget SML FCM: inget SML
Trämjöl	 Komplex växtpolymer	Syntetiskt gummi PE, PP, PVC	Cellulosa Lignin	9004-34-6 9005-53-2	- -	FCM: inget SML FCM: ej OK
Talk	SiO ₂ , MgO, CaO,	PE, PP, TPE; PS, PA, EVAc	Steatit (soapstone)	14807-96-6	-	FCM: inget SML
Mica (glimmer)	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , K ₂ O, Fe ₂ O ₃	EP, PTFE, ABS, PC, PU	Muscovite	12001-26-2	- / (H372)	FCM: inget SML

Problem och lagstiftning

Dessa oorganiska mineraler är inte är hälsofarliga i sig, men i pulver- eller fiberform kan de vara farliga att andas in på grund av partikelformel eller partikelstorleken. Väl inkorporerade i plast är de harmlösa.

2.10 Blåsmedel (sid 719¹)

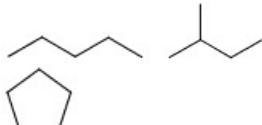
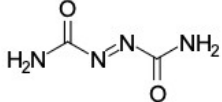
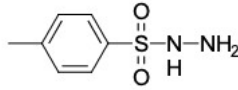
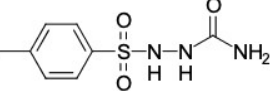
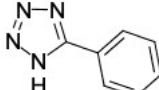
Behov och användning

Blåsmedel används vid tillverkning av skumplaster, t ex EPS och PU-skum. De är egentligen inte avsedda att finnas kvar i materialet, men gör oundvikligen det.

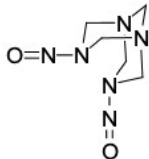

Funktion och typer av ämnen

Det finns två huvudvarianter av blåsmedel; fysikaliska och kemiska. De fysikaliska utgörs av lågkokande lösningsmedel (t ex pentan) eller sk freoner som evaporerar vid en temperaturhöjning och resulterar i att materialet expanderar.²³ De kemiska blåsmedlen fungerar genom att en reaktiv molekyl faller sönder och resulterar i att en gas bildas (t ex kvävgas, ammoniak, koloxid, koldioxid, isocyansyra och/eller vatten) som i sin tur gör att plasten expanderar. Exempel på reagens som kan användas till detta är azoföreningar, hydrazinderivat, semikarbazider, tetrazoler, nitrosföreningar och karbonater. Val av blåsmedel görs baserat på vilken polymer det gäller, starttemperatur för sönderfall och mängden gas som bildas så att det ska passa polymeren och hur mycket den avses att "blåsas upp". T ex fungerar det inte att använda blåsmedel som genererar ammoniak för att tillverka skum av polyesterplaster då ammoniaken leder till hydrolys av polymeren.

Tabell 11: Vanligt förekommande typer blåsmedel.

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Fysikaliska: Lågkokande lösningsmedel		PU, PE, EPS, PES	Pentan Isopentan Cyklopentan	109-66-0 94-14-0 287-92-3	H411 H411 H412	FCM: inget SML FCM: ej OK FCM: ej OK
Fysikaliska: Freoner	Exempel CFC: CCl ₃ F Exempel HCFC: CH ₂ ClF	PU, EPS, men utfasning pågår	Freon-11 Freon-31	75-69-4 593-70-4	H420 EUH059	FCM: ej OK FCM: ej OK
Kemiska: Azoföreningar	Exempel: Azokarbonamid → N ₂ , HN ₃ , CO, CO ₂ , HNCO 	PVC, PE, PP, EPS, EVAC, PU, gummi	ADC	123-77-3	H334	FCM: ej OK, Reach: SVHC
Kemiska: Hydrazin- derivat	Exempel: P-Toluensulfon- hydrazid → N ₂ , H ₂ O 	PVC, syntetiskt gummi	TSH OBSh	1576-35-8 80-51-3	H341, H410 H341, H410	FCM: ej OK, TSD FCM: ej OK, TSD
Kemiska: Semikarb- azider	Exempel: P-Toluensulfonyl semikarbazid → N ₂ , HN ₃ , CO ₂ , 	PVC	TSSC	10396-10-8	H332	FCM: ej OK
Kemiska: Tetrazoler	Exempel: 5-fenyltetrazol → N ₂ 	PES, PC	5-PT	18039-42-4	H335	FCM: ej OK

²³ https://en.wikipedia.org/wiki/Blowing_agent

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Kemiska: Nitroso- föreningar	Exempel: Dinitroso pentametylen tetraamin → N ₂ , CH ₂ O, HN ₃ , H ₂ O 	TPE, PVC, PE, EVAc, NBR	DNPT	101-25-7	H332, H335	FCM: ej OK, TSD
Kemiska: Karbonater	→ CO ₂ , H ₂ O 	PE, PP	NaHCO ₃ ZnCO ₃	144-55-8 3486-35-9	- H411	FCM: ej OK FCM: ej OK

Problem och lagstiftning

De fysikaliska blåsmedlen finns troligen kvar till viss del i materialet, men avdunstar sannolikt inom rimlig tid. Det stora problemet är att de fysikaliska blåsmedlen kan utgöras av de sk freon-gaserna som både förstör ozonskiktet och är växthusgaser. Användningen av dessa regleras i specifika EU-förordningar.^{24,25} De kemiska blåsmedlen är reaktiva och avsedda att falla sönder till stabila gaser och andra små stabila molekyler. Förmodligen blir endast små rester kvar i materialet. Notera att det i vissa miljömärkningar finns begränsningar avseende nitrosaminer i gummi och skumgummi.^{26,27} Nitrosaminer är även begränsade i TSD (leksaker-direktivet) i produkter avsedda för barn under 3 år. Det är teoretiskt möjligt begränsade nitrosaminer kan bildas från t ex den nitrosföreningen som exemplifierats i tabell 10 ovan. Den benämns dietylnitrosamin och är klassificerad som giftig och cancerogen. Även sk nitroserbara ämnen är begränsade i TSD. Som sådana räknas sekundära aminer.

Det finns även vissa azoföreningar som, när de faller sönder, bildar både kvävgas (som fungerar som blåsmedel) och radikaler (som fungerar som initiatörer vid härdning). Se nedan i tabell 11 för exempel. Denna typ av ämne är användbart då man vill ha både radikalinitiator och blåsmedel från en och samma tillsats.²⁸

2.11 Initiatörer, härdare, vulkaniseringsmedel o tvärbindare (sid 747¹)

Behov och användning

Initiering, härdning, vulkanisering och tvärbindning är snarlika processer med olika benämning beroende på syfte och vilket material det gäller.

Initiatörer: När kedjor av plastpolymerer ska skapas startas processen i många fall genom att en liten mängd sk reaktiva radikaler skapas med hjälp av en sk radikalinitiator. Det är molekyler som lätt tar åt sig energi i form av UV-ljus eller värme och faller sönder till mer molekyler i radikalform som sätter fart på plastbildningsreaktionerna, t ex bensofenoner, peroxider och vissa azoföreningar. I vissa fall kan även UV-ljus användas. Det gör att en kedjeprocess kan börja då en radikal leder till en ny som reagerar och leder till ytterligare en ny radikal.

Härdare: De plaster som inte går att smälta är så kallade härdplaster, t ex epoxy, melamin och polyuretaner. Det betyder att det vid skapandet av polymeren har bildats tvärbindningar som inte går att bryta genom att man värmer materialet. Dessa tvärbindningar skapas ofta också i en radikalinitierad process.

Vulkaniseringsmedel: Den första typen av gummi tillverkas från saven i gummiträd och benämns naturligt gummi (NR). Så småningom (1839) uppfanns ett mer funktionellt, stabilt och hållbart material, genom att

²⁴ EU-förordning (EG) nr 1005/2009 om ämnen som bryter ned ozonskiktet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:02009R1005-20170419>

²⁵ EU-förordning (EU) nr 517/2014: om fluorerade växthusgaser: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:02014R0517-20140609&qid=1444649367204&from=SV>

²⁶ Svanen: https://www.svanen.se/contentassets/446952e937b44ba3b0ecb636d4875267/kriteriedokument_031_mobler-och-inredning-031_svenska.pdf

²⁷ EU-ecolabel: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014D0391&from=EN>

²⁸ Chemours – företag som säljer kombinations reagens: <https://www.chemours.com/en/brands-and-products/vazo/products>

skapa tvärbindingar mellan polymerkedjorna med hjälp av svavel. Detta är den ursprungliga sk vulkaniseringen. Även några av de syntetiska gummityperna kan tvärbindas genom vulkanisering. Utöver svavel används även peroxider eller bisfenoler för att åstadkomma samma effekt.

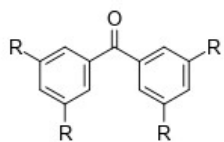
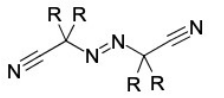
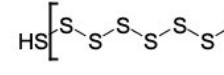
Tvärbindare: För att silikonpolymerer ska anta den användbara struktur som benämns silikon krävs också tvärbindingar. Dessa skapas vanligen genom användning av radikalinitierande peroxider. Vissa polyolefinmaterial behöver också tvärbindas för att få ökad stabilitet och andra önskade egenskaper. Även till detta används vanligen peroxider.

Funktion och typer av ämnen

Den kemiska mekanismen för de flesta av dessa reaktioner är i princip densamma. Den startar med radikalinitieringar, följt av termineringar då två radikaler reagerar med varandra. De reagens man använder för radikalinitiering är vanligen peroxider eller azoföreningar. Det gör att det bildas radikaler på de mest reaktiva ställena i startmaterialen eller polymererna. Bildade radikaler reagerar sen med varandra och tvärbinding bildas. För att styra processen tillsätts olika mängder och typer av initiatörer.

För gummimaterial har, som nämnts ovan, traditionellt svavel använts i en process som kallas för vulkanisering för att skapa tvärbindingar mellan polymerkedjorna som är uppbyggda av polydiener. Svavlet reagerar med dubbelbindningarna i olika kedjor och bildar bryggor mellan dem. Detta är en relativt långsam process som fungerar lite annorlunda än ovan beskrivna radikalprocess. Den snabbas vanligen på med hjälp av acceleratorer.^{29,30}

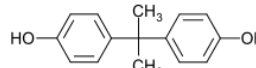
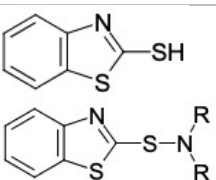
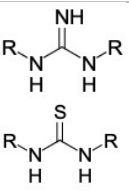
Tabell 12: Vanligt förekommande initiatörer, härdare, vulkaniseringsmedel och tvärbindare (0,1-2% av materialet).

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Fotoinitiatörer: Bensofenoner		PS, PVC, Akrylater, mm	Bensofenon 3-MBP ITX	119-61-9 643-65-2 83846-86-0	H373, H412 - -	FCM: SML=0,6 FCM: ej OK FCM: ej OK Omfattas dock ej av FCM i denna applikation.
Radikal-initiatörer: Peroxider	$\begin{array}{l} \text{R-O-OH} \\ \text{R-O-O-R} \\ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{R} \end{array} \\ \begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{C}-\text{R} \end{array} \\ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{O}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{R} \end{array} \end{array}$ <p>R = olika alkyl eller arylgrupper</p>	LDPE, PS, PMMA, EVAC, NR	TBPH DTBP TBPB BPO BPIC	75-91-2 110-05-4 614-45-9 94-36-0 2372-21-6	H341 H341 H317, H400 H317 H317, H410	FCM: omfattas ej, TSD FCM: omfattas ej, TSD FCM: omfattas ej FCM: omfattas ej
Radikal-initiatörer: Azoföreningar		PS, PVC, PVDC, ACN, PMMA, PMA, EVAC,	AIBN ABCN	78-67-1 2094-98-6	H332, H412 H332, H411	FCM: omfattas ej FCM: omfattas ej
Vulkaniseringsmedel: Svavel		NR, SBR, PDM	ω-Sulfur	7704-34-9	H315	FCM: inget SML

²⁹ Beskrivning av vulkaniseringsprocessen: <https://polymerdatabase.com/polymer%20chemistry/Vulcanization.html>

³⁰ Beskrivning av hur acceleratorer fungerar:

<https://polymerdatabase.com/polymer%20chemistry/Vulcanization%20Accelerators.html>

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Vulkaniseringsmedel: Bisfenoler	Exempel: 	NR	BPA	80-05-7	H317, H360F	FCM: SML=0,05 Reach: SVHC, XVII/66, TSD
Acceleratorer: Metalloxider	Exempel: MgO ZnO		Magnesium-oxid Zinkoxid	1309-48-4 1314-13-2	- H410	FCM: inget SML FCM: inget SML
Acceleratorer: Merkaptotiazoler		NR, CR, EPDM	Merkapto- bensotiazol Dicyklohexyl bensotiazol sulfenamid	149-30-4 4979-32-2	H317, H410 H317, H410	FCM: ej OK FCM: ej OK
Acceleratorer: Ureatyp	 R = H, alkyl eller aryl	NR, CR, EPDM	Difenyl- guanidin Dimetyliourea Etylentiourea	102-06-7 6972-05-0 96-45-7	H361, H411 H335 H302, H360D	FCM: ej OK, TSD FCM: ej OK FCM: ej OK, Reach: SVHC, TSD

Problem och lagstiftning

Radikalinitiatorer och acceleratorer är reaktiva och därför vanligen hälso- eller miljöfarliga, men efter att härdningsprocessen är klar har härdare av peroxidtyp sannolikt genererat i princip harmlösa restämnen. Vissa härdare av azotyp kan däremot resultera i att hälsofarliga ämnen liknade akrylonitril finns kvar i polymeren. Akrylonitril är klassificerad bl a som cancerogen, giftig och allergen.

Enligt artikel 6 i FCM-plastförordningen får initiatorer genom undantag från artikel 5 användas i tillverkningen av plastmaterial avsett för matkontakt, trots att de inte är upptagna i tabellen i bilaga I.

2.12 Smörjmedel och polymerprocesskemikalier (sid 539 och 581¹)

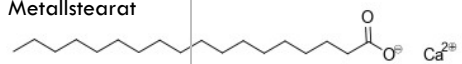
Behov och användning


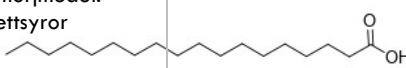

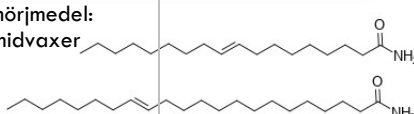

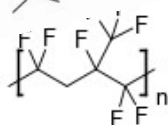
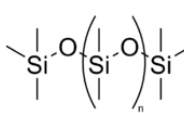
Bearbetning av den färdiga polymeren sker vid temperaturer över smältpunkten för kristallina material eller över glasomvandlingstemperaturen för amorfa material. I och med den makromolekylära strukturen av plastmaterial kommer dessa ha en hög viskositet även i smält form och samt ha mer eller mindre benägenhet att klibba fast i maskinell utrustning. Detta problem gäller huvudsakligen PVC, men kan även förekomma för PS, ABS, PE och PP. Det kan ofta avhjälpas genom att tillsätta smörjmedel. Ett annat problem som vanligen förekommer vid bearbetning av polyolefinerna är något som kallas smältfraktur. Vid själva extruderingen (då en termoplast trycks ut genom ett munstycke in i en form) kan det hända att smältmassan inte hinner med att följa formen överallt. Då blir produkten misslyckad vilket normalt leder till kassering. Detta kan avhjälpas genom tillsats av fluoropolymerer eller silikoner.

Funktion och typer av ämnen

Vanliga smörjmedel som används i av bearbetningen av plast är ämnen som metallstearat, fossila vaxer, fettsyror, fettsyraestrar, amidvax eller ester vaxer. Då dessa finns på ytan av den plastmassan fastnar den inte lika lätt. De sk polymerprocesskemikalierna utgörs fram för allt av fluorerade polymerer men numera förekommer även silikoner. Denna typ av tillsats blandas i polymermassan

Tabell 13: Vanligt förekommande smörjmedel och polymerprocesskemikalier (0,1-3% respektive <0,1% av materialet).

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Smörjmedel: Metallstearat		PVC	Kalciumstearat	1592-23-0	-	FCM: ej OK

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Smörjmedel: Fossila vaxer		PS, PVC	C20-70 paraffin	8002-74-2	-	FCM: SML= 0,05
Smörjmedel: Fettsyror		PVC	Stearinsyra	57-11-4	-	FCM: inget SML
Smörjmedel: Fettsyraestrar		PVC	Glycerol monooleate	111-03-5	-	FCM: ej OK
Smörjmedel: Amidvaxer		LDPE, LLDPE, PP-at	Oleamid Erucamid	301-02-0 112-84-5	- -	FCM: inget SML FCM: inget SML
Smörjmedel: Estervaxer		PVC	Iso-tridecyl- stearat	31565-37-4	-	FCM: ej OK
Polymerprocess- kemikalier: Fluorpolymerer		LDPE, LLDPE, PP, PVC, PA	Copolymer av Vinylidenfluorid och Hexafluor- propylen	- 75-38-7 116-15-4	Polymer H220, H280, (H340, H350) H332, H335	FCM: SML=5 FCM: ND
Polymerprocess- kemikalier: Silikoner			Polydimethyl- siloxanolja (=PDMS)	- För information om monomerer, se bilaga 1, tabell 2	Polymer	-

Problem och lagstiftning

Användningen av smörjmedel anpassas efter polymer eftersom olika polymerer beter sig väldigt olika beroende på vad som används. Det finns smörjmedel som är godkända för matkontaktmaterial och inga är begränsade i Reach. Avseende polymerprocesskemikalierna

2.13 Tillsatser för förbättring av ytegenskaper: Antistatmedel, antiklibbmedel, glidmedel och antidimmedel (sid 655, 611, 627 och 637¹⁾)

Behov och användning

Eftersom plastpolymerer har olika kemisk sammansättning kommer de också att olika egenskaper, precis som naturliga polymerer. Plasterna är dock inte naturligt förekommande och har alltså inte bildats i evolutionen för att de har en bra funktion. De har inte heller skapats av molekyler som förekommer i naturen. Det är därför rimligt att deras ytor inte är lika funktionella som dem hos naturliga polymerer. De flesta plastmaterial är t ex ofta opolära till skillnad från cellulosa som är huvudbeståndsdel i bomull. Bomull har som bekant en väldigt behaglig yta. Så är det inte med plasters ytor för vilka det finns några vanliga problem: Elektrostatiska laddningar, plastfilmer som är svåra att separera och kondens.

Antistatmedel: Elektrostatiska laddningar genereras lätt vid friktion mellan två material med olika benägenhet att släppa ifrån sig elektroner. Det leder till att det ena materialet tappar elektroner och blir positivt laddat och det andra tar upp elektroner och blir negativt laddat. Detta händer fram för allt i de mest opolära plastmaterialen som är PE, PP, PVC, PS, ABS, SAN och vissa typer av gummi. Dessa material består huvudsakligen av kol och väten och i princip inga fria elektronpar som kan möjliggöra flytt av elektroner inne i materialet.

Antiklibbmedel (anti-blocking): Plastfilmer av t ex LDPE, LLDPE, PP-at, PET eller PA har en tendens att klibba ihop vilket gör två lager svåra att separera från varandra. Den mest accepterade teorin till varför detta sker är att lågmolekylära restpolymerer skapar ett tunt limskikt. Detta är ett problem både vid tillverkningen och vid användningen (t ex att pilla upp en oanvänd plastpåse).

Glidmedel (slip): Ett snarlikt problem för plastfilmer är att två lager också kan vara svåra att dra i sidled över varandra, dvs glida. Detta antas bero på den friktion som uppstår mellan lagren mellan ytor med liknande struktur.

Antidimmedel (anti-fogging): Ett annat problem är att det bildas kondens på plastfilmers yta på den sidan där luftfuktigheten är högst. Detta kan man t ex se i kylida matförpackningar av plast och på plastfilmer som används i växthus. Det beror på att plastens yta är så opolär i jämförelse med vattnet som kondenserat på ytan. Det gör att vattnet pressas ihop för att ha så lite kontakt med ytan som möjligt.

Funktion och typer av ämnen

För att få önskade ytegenskaper hos plastmaterial kan olika typer av tillsatser användas.



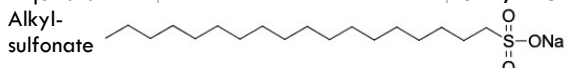
Genom att tillsätta **antistatmedel** på eller i plasten kan problem med statisk elektricitet lösas. Det finns tre typer av antistatmedel: Externa, interna och ledande fyllnadsmaterial och det behövs bara väldigt lite tillsats för att det ska fungera, dvs en elektriskt ledande väg bildas i plasten eller på ytan. Externa antistatmedel appliceras som en beläggning ovanpå plastens yta. Nackdelen med detta är att beläggningen kan nötas av. Interna antistatmedel blandas i polymeren och kan migrera i materialet men lossnar inte. Det är viktigt att interna antistatmedlet är kompatibelt med polymeren. De interna och externa antistatmedel som används mest är ytaktiva ämnen av typerna nonjoniska fettsyrastrar och etoxilerade alkylaminer och alkylalkoholer, anjoniska alkylsulfonater, katjoniska kvartenära ammoniumsalter samt ledande polymerer (polymerer med långa konjugerade system i vilka elektronerna kan delokaliseras). Ledande fyllnadsmaterial och ledande polymerer används då materialet måste vara helt säkrat från elektrostatiska urladdningar och kan utgöras av material som kimrök eller ledande polymerer som polyacetylen eller polyfenylen-vinyl.

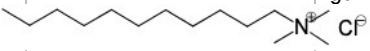
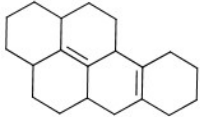
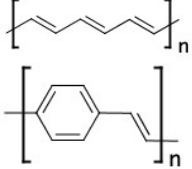
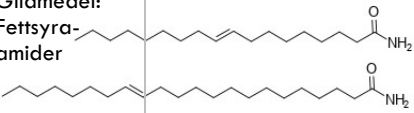

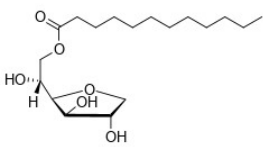
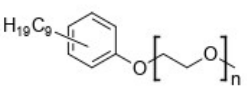
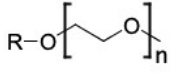
Tillsats av **antiklibbmedel** (=anti-blocking agents) till polymermassan i form av finkorniga mineraler gör att plastfilmen får en mikro-grov yta när den extruderats som gör att det inte klibbar ihop.

Genom att blanda **glidmedel** i polymermassan innan den extruderas kan problemet med friktion lösas. Korrekt val av glidmedel gör att det migrerar ut mot ytan i plasten där det gör att ytorna glider bättre mot varandra. Ämnen som används för detta ändamål är vanligtvis amider av fettsyror.

För att lösa problemet med kondens kan **antidimmedel** antingen tillföras ovanpå ytan (externt) eller blandas i plastmassan vid tillverkning (internt). Internt är oftast att föredra. Ämnen som används för att åstadkomma denna effekt är vanligtvis nonjoniska tensider av olika slag.

Tabell 14: Vanligt förekommande typer av antistatmedel, antiklibbmedel, glidmedel och antidimmedel (0,1-3% av materialet).

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Antistatmedel: Nonjoniska Glycerol- estrar		PE, PP, PVC	Glycerol monosterarat	123-94-4	-	FCM: inget SML
Antistatmedel: Nonjoniska Etoxilerade alkylaminer		PE, PP, PVC, ABS, PS, EVAc	Etoxilerad C14-alkylamin	68155-33-9	H314	FCM: ej OK
Antistatmedel: Nonjoniska Etoxilerade alkoholer	$R-O \left[\text{CH}_2 \text{CH}_2 \text{O} \right]_n$	PVC-film	Etoxilerad C9-C11 alkylalkohol	68439-46-3	H318, H400	FCM: ej OK
Antistatmedel: Anjoniska Alkyl- sulfonate		PS, ABS, SAN, PVC	Oktadekan natrium- sulfonat	13893-34-0	Ej i C&L	FCM: SML=6

Generell typ	Strukturer	Finns i	Exempel	CAS	Klassificering	Lagstiftning
Antistatmedel: Katjoniska Kvarterära ammonium- salter		Syntetiskt gummi	Dodekyl trimetyl- ammonium- klorid	112-00-5	H410	FCM: ej OK
Ledande fyllnads- material		PP, ABS, gummi	Kimrök	1333-86-4	- / H351	FCM: inget SML, TSD
Ledande polymerer			Polyacetylen	25067-58-7	-	FCM: ej OK som ämne, men monomeren är OK och har inget SML
			Polyfenylen vinylen	26009-24-5	-	FCM: ej OK
Antiklibb: Kiseldioxid	SiO ₂	LDPE, LLDPE, PP- at, PET, PA	Silika	7631-86-9	- / (H372)	FCM: inget SML
Antiklibb: Talk	SiO ₂ , MgO, CaO,		Steatit (soapstone)	14807-96-6	-	FCM: inget SML
Antiklibb: Aluminium- silikat	Al ₂ O ₅ Si		Kyanit	12141-46-7	-	FCM: ej OK
Antiklibb: Kalcium- karbonat	CaCO ₃		Kalksten = limestone	1317-65-3	-	FCM: ej OK
Glidmedel: Fettsyra- amider		LDPE, LLDPE, PP- at	Oleamid Erucamid	301-02-0 112-84-5	- -	FCM: inget SML FCM: inget SML
Antidim: Glycerol- estrar		LDPE, PP- at, EVAC, PVC	Glycerol monooleate	111-03-5	-	FCM: inget SML
Antidim: Sorbitolestrar			Sorbitol laurat	1338-39-2	-	FCM: inget SML
Antidim: Nonylfenol- etoxilater			Nonylfenol- etoxilat	9016-45-9	H301, H411	FCM: ej OK Reach: SVHC, XIV/43, XVII/46a
Antidim: Nonjoniska Etoxilerade alkoholer			Etoxilerad C9-C11 alkylalkohol	68439-46-3	H318, H400	FCM: ej OK

Problem och lagstiftning

Samma typer av ytaktiva ämnen används både som externa och interna antistatmedel. Externa antistatmedel medför problemet att de kan nötas av. Dock är de glycerolestrar, som används mest, varken hälso- eller miljöfarliga samt godkända i matkontaktmaterial. Interna antistatmedel blandas i olika beprövade kombinationer där även andra typer av ytaktiva ämnen ingår. För de senare är det svårt att hitta information om huruvida de är godkända för matkontaktmaterial. För flera kommersiella produkter anges att de är det, men då framgår inte exakt vilka ämnen som ingår. Flertalet av de ämnen som anges användas som antistatmedel är inte begränsade i någon annan lagstiftning.

De oorganiska mineralerna som används för antiklibbfunktion är inte är hälsofarliga i sig, men i pulver- eller fiberform kan de vara farliga att andas in på grund av partikelformel eller partikelstorleken. Väl inkorporerade i plast är de harmlösa och några är godkända i matkontaktmaterial.

Fettsyreamider som används i plastfilm för att minska friktionen är oklassificerade och godkända i matkontaktmaterial.

Av de ämnen som används för att erhåll antidimfunktionen finns det både oklassificerade, matkontaktgodkända ämnen och ämnen som nonylfenoletoxilater som är upptagna i Reach, bilaga XIV med sunset date 2021, samt varianter däremellan.