

Slaggrus

Slaggrus är ett material som framställs ur den slag som uppkommer vid förbränning av avfall vid Sysavs avfallskraftvärmeverk.

SLAGGRUS FRAMSTÄLLS GENOM FÖLJANDE BEHANDLINGSSTEG:

- Partiklar större än 50 mm siktas bort
- Magnetiska metaller avskiljs
- Icke-magnetiska metaller avskiljs
- Rostfritt stål avskiljs
- Plast och brännbart avskiljs
- Lagring i minst 3 månader för kemisk stabilisering

KEMISKA EGENSKAPER

Kemisk sammansättning och lakbarhet för slaggrus har bestämts i forskningsprojekt och i ett antal utförda anläggningsprojekt.. De kemiska analyserna under de senaste ca 10 åren visar på en förhållandevis liten variation i egenskaperna.

TEKNISKA EGENSKAPER

Dimensionering av väg- eller gatukonstruktion görs enligt gällande

normer. Det förutsätts att slaggrus motsvarar sand och inte beräknas som en krossprodukt.

Statens Geotekniska Institut (SGI) har gett ut rekommendationer för dimensionering. (SGI Information 18:05, 2006).

KORNSTORLEKSFÖRDELNING

Slaggrus har en jämn kornstorleksfördelning mellan 0-50 mm, se figur 1.

DENSITET

Mätningar hos SGI visar att slaggrusets packningsegenskaper, bestämda enligt Standard Proctor (SS-EN 13286-2), har max torr skrymdensitet 1,7 ton/m³ och optimal vattenkvot är 12 vikt-%. Lösdensiteten är 1,4 ton/m³. Korndensitet är ca 2,7 ton/m³ vilket sammanfaller väl med värden för vanliga mineral i naturlig jord (Rapport 2017-10, Avfall Sverige).

ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN

Slaggrus kan användas som fyllningsmaterial till:

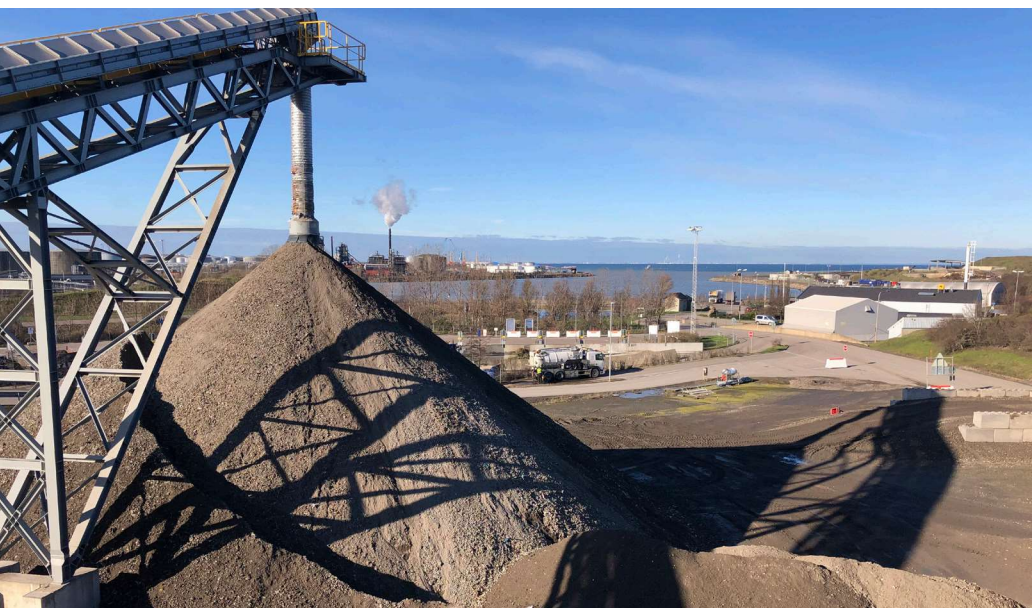
- Avjämnningsskikt vid sluttäckning av deponier
- Förstärkningslager till lågtrafikerade gator
- Förstärkningslager till uppställningsytor och parkeringsplatser
- Fyllningsmaterial vid mark- och terrasseringsarbeten

HANTERING OCH LAGRING

- Användning av slaggrus utanför deponier kan ske först efter att tillstånd har lämnats av miljömyndigheterna.
- Materialet får inte användas utanför tillståndsgivna områden.
- Lagring får endast ske inom tillståndsgivet område.
- Överskottsmaterial skall tas omhand och återföras till Sysav.
- Transport får ske med öppen lastbil av transportörer med tillstånd att frakta avfall.

ARBETSMILJÖ

- Slaggrus har inga farliga egenskaper. Produkten är inte heller reaktiv.
- Undersökningar av Arbetsmiljöinstitutet (2001), Previa (2001) och Avonova (2016) visar att det inte finns några hälsorisker förknippade med användning av slaggrus.
- Damning skall förhindras genom bevattning vid uttorkning av produkten. Personligt skydd skall omfatta arbetshandskar.





HÅLLFASTHET OCH ELASTICITETSMODUL

Hållfastheten bestäms normalt inte för slaggrus. Kravet är den ska vara sintrad vilket erhålls vid en god och kontrollerad förbränning. Elasticitetsmodul har beräknats till ca 100 MPa (Arm 2000).

BÄRIGHET

Slaggrus från Sysav användes som förstärkningslager i Törringevägen i Malmö. Mätningar utfördes våren 1999, ca fyra månader efter utläggning, med statisk plattbelastningsförsök enligt VÄG 94 och har följts upp av SGI under 10 år. Slaggrusets bärighet är lika bra som referensmaterialets. Resultatet visas i tabell 3

TJÄLFARLIGHET

Slaggrus kan betecknas som icke tjällyftande material, tjälfarlighetsklass I, (Rapport 2017-10, Avfall Sverige)

KVALITETSSÄKRING OCH KVALITETSKRAV

För att säkerställa slaggrusets kvalitet genomför Sysav följande kontroller:

- Slaggruset ska ha lagrats i minst sex månader. Inför varje anläggningsprojekt lämnas ett förslag på kontrollprogram med beskrivning av antal delprov, deras storlek, antal samlingsprov som ska analyseras, rekommenderade analyser och uppföljning med kontroll av grundvattenpåverkan.
- Totalhalt och utlakning för L/S 0,1 och L/S 10 analyseras och används sedan som underlag för att bedöma slaggrusets lokala miljöpåverkan.
- Halt oförbränt material i slaggruset undersöks med Loss of Ignition (LoI) vid 550 C och LoI ska vara < 5 vikt-%.

På begäran lämnas en analys av slaggrusets totalhalt, tillgängligt och utlakningshastighet utförda av ett ackrediterat laboratorium.

GÄLLANDE BESTÄMMELSER FÖR SLAGGANVÄNDNING

Slaggrus är ett avfall som klassas som icke-farligt avfall. Detta innebär att anmälan ska göras till tillsynsmyndigheten. Det kan finnas olika synsätt i olika kommuner. Den presumtive användaren måste därför kontakta sin miljömyndighet. Sysav kan ge användaren underlag för en anmälan, om sådan efterfrågas.

KONTAKTPERSON

Marknad: Helcio Apgaua
helcio.apgaua@sysav.se

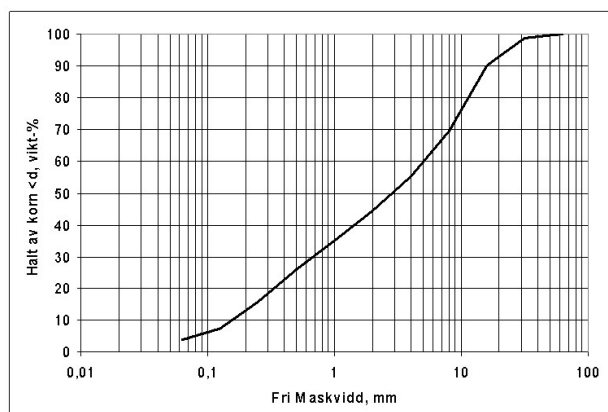
Teknik: Raul Grönholm
raul.gronholm@sysav.se

LEVERANTÖR SYSAB

Box 503 44, 202 13 Malmö
Besöksadress: Spillepengsgatan 13
Tel. 040-635 18 00
www.sysav.se

Tabeller och figurer

Figur 1. Kornstorleksfördelning



Tabell 3 Ev2 för statisk plattbelastning på provsträckor vid Törringevägen (MPa)

	Referens	Slaggrus
Ev2 på bärlagerytan	69,3	73,9
Ev2 på förstärkningslagerytan	90,3	93,0

Tabell 2 Halt och utlakning av ämnen i Slaggrus

Ämne	Totalhalt mg/kg	Utlakning L/S 0,1 mg/l	Utlakning L/S 10 mg/kg
Antimon	75	0,04	0,3
Arsenik	17	0,01	0,03
Barium	1 400	0,06	0,7
Bly	410	0,001	0,01
DOC		110	
Flourid		0,3	3,6
Kadmium	2,7	0,0006	0,0004
Klorid		3 400	3 200
Koppar	2 300	1,1	2,0
Krom (total)	260	0,01	0,3
Kviksilver	0,06	0,0001	<0,001 ^{UD}
Molybden	23	0,9	0,9
Nickel	160	0,03	0,04
Selen		0,01	0,07
Sulfat		3 200	4 700
Zink	3 200	0,0005	0,06
Σ Cancerogena PAH	<1,3 ^{UD}	<0,000035 ^{UD}	<0,0004 ^{UD}
Σ PAH	<0,2 ^{UD}	<0,00006 ^{UD}	<0,0007 ^{UD}

^{UD} Värdet anger analysens detektionsgräns

Bilaga

Klassificering av Sysavs Slagg och Slaggrus

Denna klassificering gäller slagg och slaggrus från Sysav. Klassificeringen avser att avgöra om Slagg och Slaggrus är Farligt Avfall eller Icke-Farligt Avfall (IFA). Se nedan för detaljer angående bedömningen av respektive Farlig egenskap

BEDÖMNING

Slaggrus och färsk slagg från Sysav klassificeras som Icke-Farligt Avfall

Avfallskod: 19 01 12

Farlig egenskap	Bedömning
HP 1 Explosivt	Icke-Farligt Avfall
HP 2 Oxiderande	Icke-Farligt Avfall
HP 3 Brandfarligt	Icke-Farligt Avfall
HP 4 Irriterande	Icke-Farligt Avfall
HP 5 Hälsoskadlig	Icke-Farligt Avfall
HP 6 Giftig eller mycket giftig	Icke-Farligt Avfall
HP 7 Cancerframkallande	Icke-Farligt Avfall
HP 8 Frätande	Icke-Farligt Avfall
HP 9 Smittfarligt	Icke-Farligt Avfall
HP 10 Reproduktionstoxiskt	Icke-Farligt Avfall
HP 11 Mutagent	Icke-Farligt Avfall
HP 12 Avger akut giftig gas	Icke-Farligt Avfall
HP 13 Allergiframkallande	Icke-Farligt Avfall
HP 14 Ekotoxiskt	Icke-Farligt Avfall
HP 15 Avfall som på annat sätt efter bortskaffande kan uppvisa en farlig egenskap som listas ovan som avfallet ursprungligen inte hade	Icke-Farligt Avfall

Förutsättningar

REFERENSER

Klassificering baseras på ett flertal rapporter

- Avfall Sverige Rapport 2018:13 Vägledning för klassificering av förbränningsrester med beräkningsmetoder.
- Supplement Referenssubstanter för koppar vid klassificering av förbränningsrester med beräkningsmetoder, till Avfall Sverige Rapport 2018:13 Vägledning för klassificering av förbränningsrester med beräkningsmetoder.
- Avfall Sverige Rapport 2018:23 Tester av bottenaskor från avfallsförbränning för bedömning av irriterande och frätande egenskaper.
- Avfall Sverige rapport 2018:26, Zink- och kopparformer i bottenaskor från avfallsförbränning. Även publicerad av Energiforsk rapport 2018:518.

REALISTISKA OCH PESSIMISTISKA REFERENSSUBSTANSER

Vid beräkningar av olika HP beaktas totalhalten av relevanta grundämnen i materialet eller lakvätskan, beroende på vilken farlig egenskap som undersöks. Då förekomstformen av grundämnet är okänt ansätts grundämnet som ett för materialet relevant förekomstform, dvs. en förekomstform som kan överleva en förbränningsprocess. För att säkerställa att klassningen inte underskattar faran med materialet ansätts förekomstformen pessimistisk, dvs. man väljer den förekomstform som har allvarligast farokod.

Bedömning av respektive farlig egenskap (HP)

HP 1 EXPLOSIVT

Explosiva och självreaktiva ämnen destrueras under förbränningen och finns inte kvar i någon betydande mängd i förbränningsresterna, kap 3.3.1, Rapport 2018:13.

HP 2 OXIDERANDE

Innefattar reaktiva ämnen som destrueras i förbränningsprocessen, kap 3.3.2, Rapport 2018:13.

HP 3 BRANDFARLIGT

Den farliga egenskapen HP 3 behöver inte beaktas för förbränningsrester från avfallsförbränning

- om förbränningstemperaturen har varit normal.
- om askan har våtutmatats eller har mognat och exponerats för fukt under minst en vecka.

Se kap 3.3.3, Rapport 2018:13

HP 4 IRRITERANDE

Klassning av slagg och slaggrus med hänsyn till HP 4 görs med tester för bedömning av irriterande och frätande egenskaper. Testen visar att slaggrus från avfallsförbränning i roster klassificeras som icke farligt avfall med avseende på HP4, se kap 3.1 Rapport 2018:23.

HP 5 HÄLSOSKADLIG

Den farliga egenskapen HP 5 måste beaktas för förbränningsrester från avfallsförbränning. Realistiska och pessimistiska referenssubstanter ansätts innan beräkningar. Totalhalten bör användas., se kap 3.5.1, Rapport 2018:13

Aktuella Referenssubstanser	Totalhalt (mg/kg)	Aktuell Faroangivelsekod
Be (generic)	2,5	H335
CaO	96 000	H335
Ca(OH) ₂	130 000	H335
Hg (generic)	0,042	H373
Mg ₃ (PO ₄) ₂	15 000	H335
Ni (OH) ₂	170	H372
Pb (generic)	530	H373
Se (generic)	4,4	H373
Tl (generic)	5,7	H373
U (generic)	38	H373

Faroangivelsekod	FA om enskild referenssubstans (mg/kg)	Referenssubstanser > Gränsvärdet	Bedömning
H335	>200 000	Inga	IFA
H372	>10 000	Inga	IFA
H 373	>100 000	Inga	IFA

HP 6 GIFTIG ELLER MYCKET GIFTIG

Den farliga egenskapen HP 6 måste beaktas för förbränningsrester från avfallsförbränning. Realistiska och pessimistiska referenssubstanter ansätts. Totalhalten bör användas vid beräkningar, se kap 3.5.2, Rapport 2018:13

Aktuella Referenssubstanter	Totalhalt (mg/kg)	Aktuell Faroangivelsekod
As (Generic)	24	H301, H331
Ba (Generisk post)	1 200	H302, H332
Be (generic)	2,5	H301, H330
Ca(NO ₃) ₂	5 300	H302
Cd (generic)	6,3	H302, H312, H332
FeCl ₃	13 000	H302
Cu(OH) ₂	1 700	H302, H330
FeSO ₄	35 000	H302
Hg (generic)	0,042	H300: 1, H310, H330: 1
KOH	6 300	H302
KF	3 400	H301, H311, H331
MnO ₂	1 300	H302, H332
Ni (OH) ₂	170	H302, H332
Pb (generic)	530	H302, H332
Sb (generic)	83	H302, H332
Se (generic)	4,4	H301, H331
Tl (generic)	5,7	H300: 2, H330: 2
U (generic)	38	H300: 2, H330: 2

Faroangivelsekod	Gränsvärde för att beakta referenssubstans	Referenssubstanser att beakta	FA om Summa referenssubstans (mg/kg)	Summa (mg/kg)	Bedömning
H300, I	>1 000	Inga	>1 000	0	IFA
H300, 2	>1 000	Inga	>2 500	0	IFA
H301, 3	>1 000	KF	>50 000	3400	IFA
H 302, 4	>10 000	FeCl ₃ , FeSO ₄	>250 000	48 000	IFA
H310, I	>1 000	Inga	>2 500	0	IFA
H311, 3	>1 000	KF	>150 000	3 400	IFA
H312, 4	>10 000	Inga	>550 000	0	IFA
H330, I	>1 000	Inga	>10 00	0	IFA
H330, 2	>1 000	Cu(OH) ₂	>5 000	1 600	IFA
H331, 3	>1 000	KF	>35 000	3 400	IFA
H332, 4	>10 000	Inga	>225 000	0	IFA

HP 7 CANCERFRAMKALLANDE

Den farliga egenskapen HP 7 måste beaktas för förbränningsrester från avfallsförbränning. Realistiska och pessimistiska referenssubstanser ansätts Totalhalten används vid beräkningar, se kap 3.5.3, Rapport 2018:13

Aktuella Referenssubstanser	Totalhalt (mg/kg)	Aktuell Faroangivelsekod
Be (generic)	2,5	H350:IB
CrO ₄	0,57	H350:IB
Ni (OH) ₂	170	H350:IA

Faroangivelsekod	Gränsvärde för att beakta referenssubstans	Referenssubstanser att beakta	FA om individuell referenssubstans	Bedömning
H350, IA	>1 000	Inga	>1 000	IFA
H350, IB	>1 000	Inga	>1 000	IFA

HP 8 FRÄTANDE

Klassning av slagg och slaggrus med hänsyn till HP 8 görs med tester för bedömning av irriterande och frätande egenskaper. Testen visar att slaggrus från avfallsförbränning i roster klassificeras som icke farligt avfall enligt HP8, se kap 3.1 Rapport 2018:23 Tester av bottenaskor från avfallsförbränning för bedömning av irriterande och frätande egenskaper.

HP 9 SMITTFARLIGT

I och med att avfallet förbränns vid hög temperatur förstörs både levande mikroorganismer och deras toxiner, kap 3.6, Rapport 2018:13.

HP 10 REPRODUKTIONSTOXISKT

Den farliga egenskapen HP 10 måste beaktas för förbränningsrester från avfallsförbränning. Realistiska och pessimistiska referenssubstanter ansätts. Totalhalten används vid beräkningar, se kap 3.5.4, Rapport 2018:13.

Aktuella Referenssubstanter	Totalhalt (mg/kg)	Aktuell Faroangivelsekod
B(OH) ₃	2 100	H360:1B
Ni (OH) ₂	170	H360:1B
Pb (generic)	530	H360:1A

Faroangivelsekod	FA om individuell referenssubstans	Referenssubstanter att beakta	Bedömning
H360, 1A	>3 000	Inga	IFA
H360, 1B	>30 000	Inga	IFA

HP 11 MUTAGENT

Den farliga egenskapen HP 11 måste beaktas för förbränningsrester från avfallsförbränning. Realistiska och pessimistiska referenssubstanter ansätts. Totalhalten används vid beräkningar, se kap 3.5.5, Rapport 2018:13

Aktuell Referenssubstans	Totalhalt (mg/kg)	Aktuell Faroangivelsekod
Ni (OH) ₂	170	H341

Faroangivelsekod	Beakta om referenssubstans (mg/kg)	Referenssubstanter att beakta	FA om individuell referenssubstans (mg/kg)	Bedömning
H341	>1 000	Inga	>10 000	IFA

HP 12 AVGER AKUT GIFTIG GAS

Ämnen som kan avge oxideras under förbränningen eftersom den sker i ett syreöverskott. Därmed är inte dessa reaktioner relevanta för förbränningsaskor, kap 3.5.6, Rapport 2018:13.

HP 13 ALLERGIFRAMKALLANDE

Endast enskilda ämnen som överstiger eller är lika med koncentrationsgränser på 100 000 mg/kg är relevanta. För de flesta bottenaskor förekommer endast Ca, Fe, Si, CO₃ och Al i så höga halter. Enligt rapport 2018:13 har det inte hittats några referenssubstanter i CLP-förordningen eller självklassningar med relevanta faroangivelsekoder i så höga halter som 10% i bottenaskor, se kap 3.5.7, Rapport 2018:13

För Sysavs Slagg och slagggrus är det Si, Ca och Fe som är mer än 10%. Dessa ingår i ämnena nämnda ovan.

Ämne	Halt (%)	Bedömning	Bedömning
Ca	15%	Påverkar inte HP 13	IFA
Fe	12%	Påverkar inte HP 13	
Si	23%	Påverkar inte HP 13	

HP 14 EKOTOXISKT

Utifrån de farokoder som är aktuella för HPI4 kan man tydligt utläsa att fokus för HPI4 är vattenlevande organismer. Det innebär i sin tur att det är mer relevant att göra bedömning utifrån de i vatten tillgängliga halterna än förekomsten som totalhalt. Utförligt resonemang om detta finns i Kap 4, Rapport 2018:13.

Fördelning av koppar

Baserat på tester och kemiska bedömningar kan förekomsten av koppar delas upp, främst i metallisk koppar, CuO och Cu(OH)₂. För Sysav slagg och slagggrus har dess förekomstform av koppar analyserats i laboratorium och redovisas i Avfall Sverige rapport 2018:26.

Tester på slagggrus har gett koppars fördelning så att 20% är i metallisk och minst 50 % är CuO och resten är okända förekomstformer. Därför ansätts förekomstformen Cu(OH)₂ ansätts resten av kopparhalten, se kap 5.6.3, Rapport 2018:13.

Förekomstform av koppar	Sysavs slagg och slagggrus
Metalliskt	20%
CuO	40% av Cu
Cu (OH ₂)	Okänt, Ansätt 40% av Cu

Analys av totalhalt och tillgängligt, antingen i form av kolonntest, L/S 0, I eller skaktest, L/S 2 eller L/S 10 ligger till grund för klassningen, se kap 4, Rapport 2018:13.

För Be, CrO₄, och U finns inga lakanalyser gjorda. Genom att ansätta det orimligt höga antagandet att allt av respektive ämne lakas ut görs ett mycket konservativt hänsynstagande till de ämnena.

Aktuella Referenssubstans	Totalhalt C_t (mg/kg)	Tillgängligt C_l L/S 0,1 (mg/kg)	C $1\%C_t + 2C_l$ (mg/kg)	Aktuell Faroangivelsekod
As (generic)	24	0,12	0,48	H400, H410
Be (generic)	2,5		2,5	H411
Cd (generic)	6,3	0,006	0,07	H400, H410
CrO ₄	0,57		0,57	H400, H410
Cu(OH) ₂	1600	46	110	H400, H410
CuO	1300	38	89	H400, H410
Hg (generic)	0,042	0,006	0,01	H400, H410
Ni (OH) ₂	170	0,6	3,0	H400, H410
Pb (generic)	530	1,6	8,5	H400, H410
Sb (generic)	83	0,60	2,0	H411
Se (generic)	4,4	0,40	0,84	H400, H410
Ti ₂ O ₃	8000	7,7	95	H413
Tl (generic)	5,7	0,000002	0,06	H411
U (generic)	38		38	H411
ZnO	3600	2,0	40	H400, H410

Faroangivelsekod	Referenssubstanser att beakta	Summa (mg/kg)
H 400	As, Cd, CrO ₄ , Cu(OH) ₂ , CuO, Hg, Ni(OH) ₂ , Pb, Se, ZnO	250
H410	As, Cd, CrO ₄ , Cu(OH) ₂ , CuO, Hg, Ni(OH) ₂ , Pb, Se, ZnO	250
H411	Be, Sb, Tl, U	2
H412	Inga	0
H413	Ti ₂ O ₃	96
H420	inga	0

4 formler ska beaktas och vid behov beräknas

Formel 1: $\sum c(H420) \geq 0,1\%$

Formel 2: $\sum c(H400) \geq 25\%$

Formel 3: $100\sum c(H410) + 10\sum c(411) + \sum c(412) \geq 25\%$

Formel 4: $\sum c(H410) + \sum c(411) + \sum c(412) + \sum c(413) \geq 25\%$

Faroangivelsekod	Summa (mg/kg)	Faktor	Beaktas om	Beaktas
H 400	250	Formel 2: 1	$FxSumma > 1\ 000\text{ mg/kg}$	Beaktas ej
H410	250	Formel 3: 100 Formel 4: 1	$FxSumma > 1\ 000\text{ mg/kg}$ $FxSumma > 1\ 000\text{ mg/kg}$	Beaktas Beaktas ej
H411	2	Formel 3: 10 Formel 4: 1	$FxSumma > 10\ 000\text{ mg/kg}$ $FxSumma > 10\ 000\text{ mg/kg}$	Beaktas ej Beaktas ej
H413	96	Formel 3: 1 Formel 4: 1	$FxSumma > 10\ 000\text{ mg/kg}$ $FxSumma > 10\ 000\text{ mg/kg}$	Beaktas ej Beaktas ej
H 420	0	Formel 1		Beaktas ej

Endast formel 3 behöver beaktas: $100 \times \sum c(H410) + 10 \times \sum c(411) + \sum c(412) \geq 25\%$ ger:

$100 \times 250 + 10 \times 2 + 0 = 25\ 000 + 20 = 25\ 020\text{ mg/kg} = 2,5\% < 25\%$

IFA med avseende på HP 14

HP 15 "AVFALL SOM PÅ ANNAT SÄTT EFTER BORTSKAFFANDE KAN UPPVISA EN FARLIG EGENSKAP SOM LISTAS OVAN SOM AVFALLET URSPRUNGLIGEN INTE HADE"

Aktuella substanser förekommer inte i förbränningsrester då de rimligen förstörs i förbränningen, se kap 3.3.4, Rapport 2018:13