

ARGO'S TANKER OM RESTPRODUKTER I 2030

V/KLAUS WELLINGTON HANSEN, ARGO



2030 HVOR ENDER VI?

RESTPRODUKTE

RI 2030

- > Gips nyttiggøres 100% til nye gipsplader
- > Filterkager deponeres
- > Flyveaske opdeles i flere strømme:
En horisontal kedel er en sorteringsmaskine

Noget flyveaske genanvendes sammen med slaggen

Noget flyveaske vaskes for genanvendelse af metaller og salt

Resterende flyveaske nyttiggøres som i dag

HVAD MANGLER VI VIDEN OM?

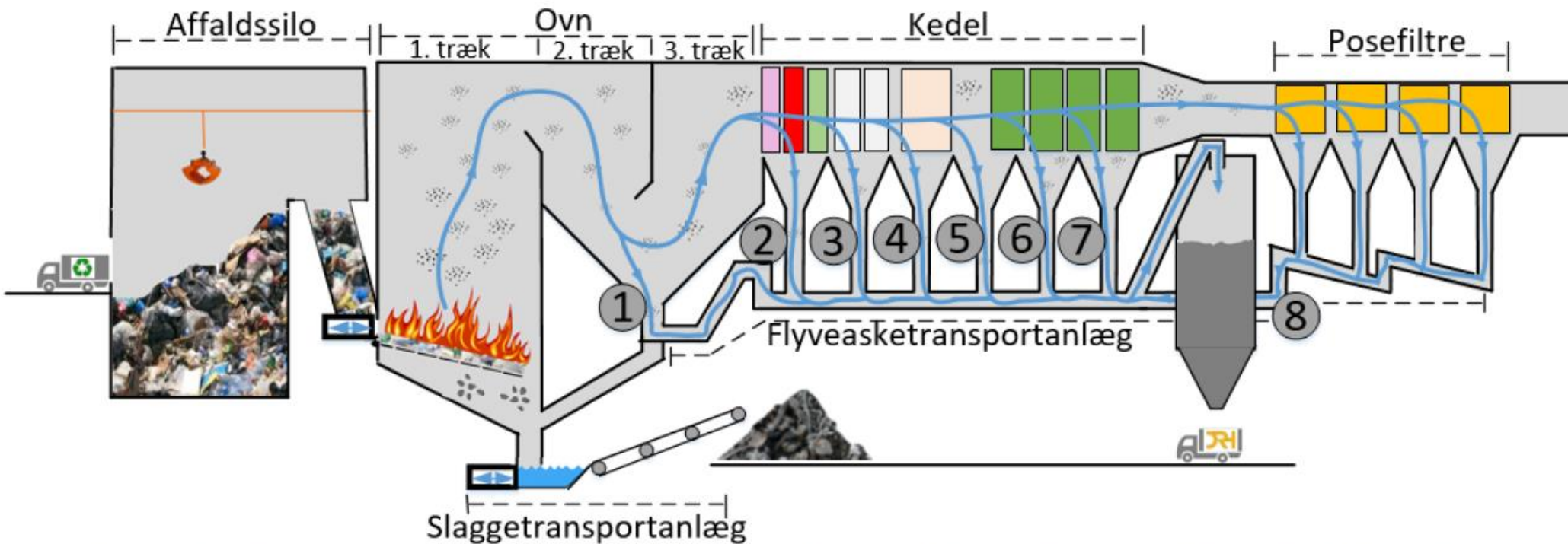
- Fordelingen af flyveasken (indhold, mængde)
- Teknologier
- Hvad kan output fra en vaskeprocess bruges til?
- Er End-of-Waste en mulighed?

FORMÅL FOR BACHELORPROJEKT

> Anton Høier Danielsen, Maskinmesterskolen København
> Bachelorprojekt juni 2020

- > Findes der flyveaskestrømme med større potentiale i at blive vasket ved HaloSep-projektet?
- > Findes der flyveaskestrømme der kan blandes med affaldsslagge?
- > Kan anderledes håndtering af flyveasken gøres bæredygtigt?

FORSØG



Figur 6: Flyveaskens vej ud igennem ovnlinje 6, vist med blå pile, fra ovn til flyveaskesilo. De 8 punkter er de steder, hvorfra flyveasken på ovnlinje 6 er blevet udtaget og analyseret.

FORSØG

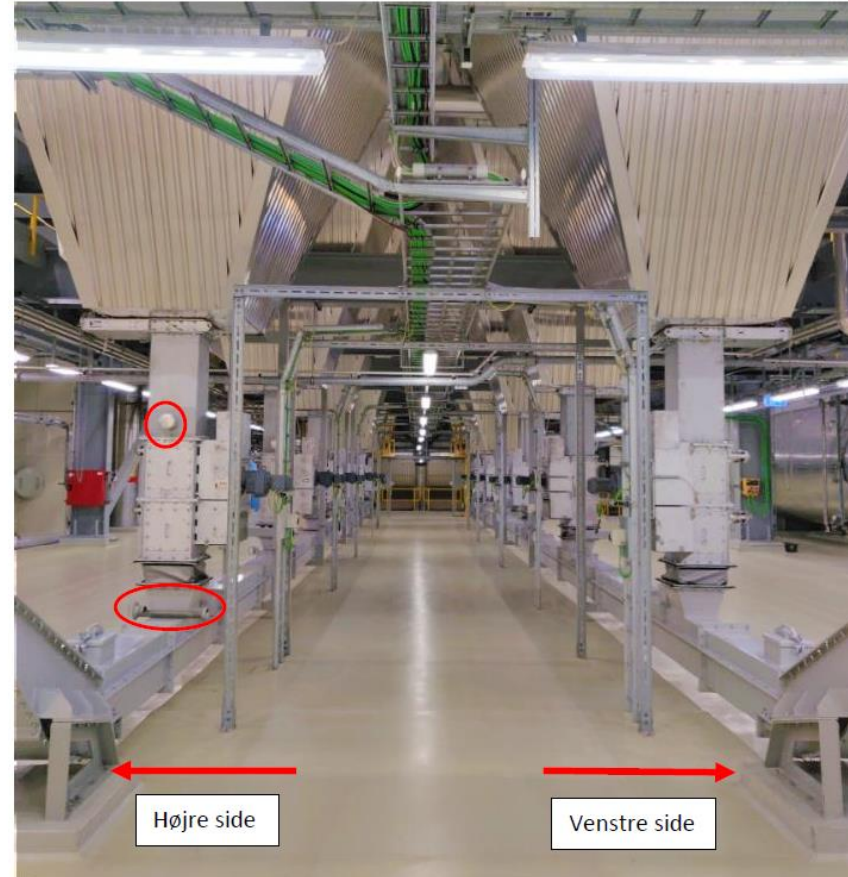
- > Kun højre side af kedel
- > 10 dage med to prøver hver dag
- > 20 prøver a minimum 0,5 kg. blandes



Figur 18: Flyveaskeudtag



Figur 19: Flyveaskeudtagningsske



Figur 20: Færdige udtag og prøveskeer klar til brug under kedlen.



Figur 21: Argonauter ved flyveaske transportanlægget

RESULTATER



Figur 22: Delprøve fra udtag 1



Figur 23: Delprøve fra udtag 2



Figur 24: Delprøve fra udtag 3



Figur 25: Delprøve fra udtag 4



Figur 26: Delprøve fra udtag 5



Figur 27: Delprøve fra udtag 6



Figur 28: Delprøve fra udtag 7



Figur 29: Delprøve fra udtag 8

Resultater gælder kun
Energitårnet

Forbehold for
tilsmudsningsgrad

RESULTATER

Tabel 2: ED-XRF-analysenes resultat af grundstofkoncentrationen i % af grundstofferne nr. 11-17, 19-20, 22-26 i prøve 1-8.

Z	Symbol	Element	Konc.	1	2	3	4	5	6	7	8	Minimum	Maksimum	Δmaksmin
11	Na	Natrium	%	1,7	0,8	2,7	2,5	2,7	3,6	6,3	8,7	0,8	8,7	7,9
12	Mg	Magnesium	%	1,3	0,92	0,82	1,3	1,1	1	1,2	0,23	0,23	1,3	1,07
13	Al	Aluminium	%	2,5	1,6	1,6	2,3	2,3	2,1	2,3	0,99	0,99	2,5	1,51
14	Si	Silicium	%	6,9	3,7	4,3	5,3	4,6	4	4,4	1,9	1,9	6,9	5
15	P	Fosfor	%	0,59	0,82	0,74	0,66	0,9	0,68	0,89	0,67	0,59	0,9	0,31
16	S	Svovl	%	4,1	11,2	9,4	6,8	7,2	7,3	7,2	6,5	4,1	11,2	7,1
17	Cl	Klor	%	1,2	2,5	1,9	4,1	4,5	5,8	5,7	13	1,2	13	11,8
19	K	Kalium	%	1,2	3,4	5,5	2,5	3,5	4,5	4	10	1,2	10	8,8
20	Ca	Calcium	%	27	24,3	18,2	26,6	24,9	23,3	24,4	7,9	7,9	27	19,1
22	Ti	Titan	%	1,1	0,67	0,66	0,93	0,9	0,85	0,86	0,24	0,24	1,1	0,86
23	V	Vanadium	%	0,01	0,008	0,005	0,006	0,014	0,015	0,012	0,01	0,005	0,015	0,01
24	Cr	Krom	%	0,06	0,048	0,043	0,057	0,064	0,066	0,066	0,04	0,04	0,066	0,026
25	Mn	Mangan	%	0,1	0,093	0,072	0,11	0,12	0,11	0,11	0,03	0,03	0,12	0,09
26	Fe	Jern	%	2,2	1,7	1,6	2,2	2,1	1,8	2,6	0,99	0,99	2,6	1,61
Sum (%)				50,0	51,8	47,5	55,4	54,9	55,1	60,0	51,2	47,5	60,0	65,2

RESULTATER

Tabel 3: ED-XRF-analysernes resultat af grundstofkoncentrationen i $\mu\text{g/g}$ af grundstofferne nr. 27-35, 37-42, 47-48 i prøve 1-8. Grøn markerer laveste analyseværdi(er) og rød markerer højeste analyseværdi(er).

Z	Sym- bol	Element	Konc. <small>$\mu\text{g/g}$</small>	1	2	3	4	5	6	7	8	Mini- mum	Maksi- mum	Amin- maks <small>Δ</small>
27	Co	Kobolt	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	40	70	30	90	60	50	90	30	30	90	60
28	Ni	Nikkel	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	140	160	170	170	170	190	200	160	140	200	60
29	Cu	Kobber	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	580	790	610	770	860	970	990	2100	580	2100	1520
30	Zn	Zink	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	7800	24000	20000	15000	19000	25000	24000	58000	7800	58000	50200
31	Ga	Gallium	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0
32	Ge	Germanium	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0
33	As	Arsen	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	80	250	280	200	220	380	400	660	80	660	580
34	Se	Selen	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	10	10	10	20	30	40	90	20	10	90	80
35	Br	Brom	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	60	170	140	190	340	660	760	3400	60	3400	3340
37	Rb	Rubidium	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	30	90	120	60	70	100	90	280	30	280	250
38	Sr	Strontium	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	630	530	480	630	610	570	600	250	250	630	380
39	Y	Yttrium	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0
40	Zr	Zirkon	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	150	250	260	260	310	280	240	40	40	310	270
41	Nb	Niob	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	20	100	20	20	14	100	20	10	10	100	90
42	Mo	Molybdæn	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	10	20	20	20	130	100	20	20	10	130	120
47	Ag	Sølv	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	10	70	50	20	80	70	60	50	10	80	70
48	Cd	Cadmium	<small>$\mu\text{g/g}$</small>	30	190	180	110	160	200	170	510	30	510	480

RESULTATER

Tabel 4: ED-XRF-analysernes resultat af grundstofkoncentrationen i $\mu\text{g/g}$ af grundstofferne nr. 49-53, 55-58, 74, 80-83 og 90 i prøve 1-8.

Z	Symbol	Element	Konc.	1	2	3	4	5	6	7	8	Minimum	Maksimum	Aminmaks
49	In	Indium	$\mu\text{g/g}$	10	50	50	10	50	50	40	20	10	50	40
50	Sn	Tin	$\mu\text{g/g}$	150	530	960	410	540	780	680	2000	150	2000	1850
51	Sb	Antimon	$\mu\text{g/g}$	190	680	1200	510	650	990	950	2200	190	2200	2010
52	Te	Tellur	$\mu\text{g/g}$	10	30	10	10	30	10	10	10	10	30	20
53	I	Jod	$\mu\text{g/g}$	10	40	30	10	10	40	40	160	10	160	150
55	Cs	Cesium	$\mu\text{g/g}$	10	20	10	20	10	10	10	10	10	20	10
56	Ba	Barium	$\mu\text{g/g}$	1600	1100	1100	1400	1300	1200	1200	650	650	1600	950
57	La	Lanthan	$\mu\text{g/g}$	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0
58	Ce	Cerium	$\mu\text{g/g}$	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0
74	W	Wolfram	$\mu\text{g/g}$	30	50	20	50	50	50	50	90	20	90	70
80	Hg	Kviksølv	$\mu\text{g/g}$	10	10	20	20	30	10	20	10	10	30	20
81	Tl	Thalium	$\mu\text{g/g}$	10	10	20	20	30	30	20	20	10	30	20
82	Pb	Bly	$\mu\text{g/g}$	630	4900	9400	1900	2200	2800	2400	9900	630	9900	9270
83	Bi	Bismut	$\mu\text{g/g}$	30	130	210	90	160	220	180	240	30	240	210
90	Th	Thorium	$\mu\text{g/g}$	10	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	20	10	20	10

RESULTATER

Analyse efter restproduktbekendtgørelsens resultater

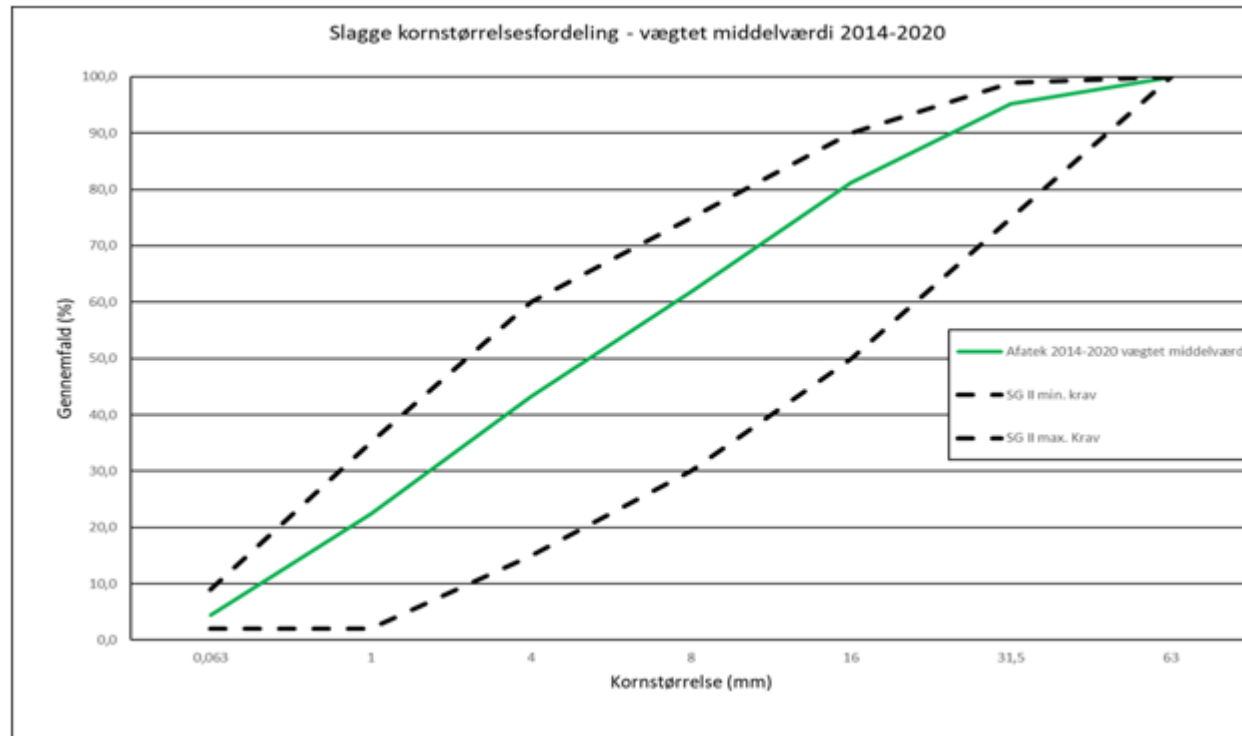
Før modning

Tabel 5: Batchudvaskningstestens resultater i tabel 6. Rød markerer overskredet grænseværdier.

Parameter	Metode	Enhed	Prøve 1	Prøve 8	Grænseværdi Kategori 3
pH	DS/EN ISO 10523	mS/cm	12,4	8,1	Ingen
Ledningsevne	DS/EN 27888	mg/l	26,5	170	Ingen
Klorid	DS/EN ISO 10304-1	mg/l	4,4	620000	<3000
Sulfat (SO_4)	DS/EN ISO 10304-1	mg/l	2000	30000	<4000
Natrium	ICP-OES	mg/l	2000	40000	<1500
Calcium	ICP-OES	mg/l	1800	630	Ingen
Barium	ICP-MS	mg/l	0,38	0,54	<4
Arsen	ICP-MS	mg/l	0,003	0,0097	<0,05
Cadmium	ICP-MS	mg/l	<0,0002	110	<0,04
Krom	ICP-MS	mg/l	1,4	0,0035	<0,5
Kobber	ICP-MS	mg/l	0,0078	0,16	<2
Kviksølv	ICP-MS	mg/l	0,0005	0,0013	<0,001
Nikkel	ICP-MS	mg/l	0,2	0,0023	<0,07
Bly	ICP-MS	mg/l	0,016	16	<0,1
Selen	ICP-MS	mg/l	0,0025	0,12	<0,03
Zink	ICP-OES	mg/l	2,4	4,4	<1,5

RESULTATER

Kornstørrelse: Er der plads til flere fine partikler i slaggegruset?



FINDINGS / KON

KLUSTON

- > Det er værd at kigge videre på opdeling af flyveaske
- > Aluminium og enkelte andre metaller udskilles først
- > Zink, kobber og salte udskilles til sidst, men zink er i alle udtag

- > Aske fra 1. og 2. træk har indhold svarende til slagge, og vil grundet opblanding med slagge overholde krav til kat. 3. Modning undersøges endnu

- > Vi mangler mere viden om mængdefordelingen