



Miljødirektoratet:

## Framtidige mengder uorganisk farlig avfall

Mepex Consult AS i samarbeid  
med Profu AB

# Prosjektrapport

<b>Prosjekt/Project no:</b>	100534-1155	<b>Rapportdato/Report date:</b>	
		<b>Distribution/Distribution:</b>	
<b>Tittel/Title:</b>	<b>Framtidige mengder uorganisk farlig avfall</b>		
<b>Forfatter(e)/Autor(s):</b>	Olav Skogesal Geir Allum Sørensen Jenny Sählin Katja Dvali	<b>Antall sider/Number of pages:</b>	27
		<b>Antall vedlegg/Attachments:</b>	0
<b>Oppdragsgiver/Client:</b>	Miljødirektoratet M-552   2016	<b>Kontaktperson/Contact person:</b>	Jon Fonnlid Larsen
<b>Utdrag:</b>			
<p>I Norge oppstår det årlig omtrent 500.000 tonn uorganisk farlig avfall. Størsteparten er lavkonsentrat svovelsyre fra Kronos Titan og flygeaske fra avfallsforbrenningsanlegg. Andre uorganiske farlige avfallstyper som oppstår i Norge utgjør relativt moderate volumer som i stor grad eksportert. Samlet utgjorde disse 68.000 tonn i 2014 fordelt på 25 EAL koder.</p> <p>Det har vært en vekst i mengden av uorganisk farlig avfall som oppstår de siste 15 årene.</p> <p>Det forventes ikke betydelig endringer i mengde uorganisk farlig avfall oppstått ved reklassifisering av kjente avfallstyper i dag.</p> <p>Behandlingen av uorganisk farlig avfall i Norge omfatter også drøyt 140.000 tonn importert avfall, hovedsakelig flygeaske fra avfallsforbrenning, foruten det volum som kommer fra norsk opprinnelse. Behandlingen består i store trekk av en nøytralisering av svovelsyren ved innblanding av basisk flygeaske, restproduktet er en gipsfraksjon som deponeres mens overskytende vannfase fra reaksjonen tappes bort. Justert for import og eksport, blir mengden farlig uorganisk avfall til behandling i Norge ca 570.000 tonn per år.</p> <p>Det finnes alternative behandlingsmetoder for flygeaske, f.eks. ved tungmetallekstraksjon, vitrifisering, rensing ved bruk av offshoretteknikk samt stabilisering med andre kjemikalier som CO<sub>2</sub>, binding av tungmetaller med kalsium polysulfid o.l. Ingen av disse løsningene er per nå bredt utbredt i industrien.</p> <p>Dersom flygeasken skulle behandles på alternative måter enn dagens stabilisering med svovelsyre, vil man sitte igjen med en utfordring i hvordan avsette og behandle de jernholdige svovelsyrene fra Kronos Titan som var opprinnelsen til prosesseringen på Langøya.</p> <p>Forbrenningsanleggene i de skandinaviske landene forventes i framtiden å produsere omtrent like mye aske som i dag. Med utgangspunkt i teknisk levetid på dagens anlegg vil riktignok de fleste anlegg være utfaset eller oppgradert fram mot 2040. Likevel vurderer vi at behovet for avfallsforbrenning vil holde seg relativt stabil både sett ut fra avfallsmarkedet og varme/energi-markedet. Ved skifte til ny teknologi kan det være aktuelt å ta i bruk alternative teknologier som kan redusere eller eliminere produksjonen av flygeaske men det er usikkert om slik teknologi vil bli tatt i bruk.</p> <p>Det er stor usikkerhet knyttet til hvilken behandlingsløsning for uorganisk avfall som vil bli foretrukket i framtidens marked. Dette vil i stor grad være betinget konkurransesituasjonen mellom alternative løsninger. Disse forhold er ikke analysert i denne utredning.</p>			
<b>Emneord/Keywords:</b>	Uorganisk farlig avfall Prognose Flygeaske Lavsvoel svovelsyre	<b>Geografi/Geography:</b>	Norge, Norden
<b>Prosjektleder/Project manager:</b>	Olav Skogesal	<b>Kontroller av/Controlled by:</b>	Olav Skogesal

## Innhold

<b>1. Bakgrunn</b>	<b>1</b>
<b>2. Formål</b>	<b>1</b>
<b>3. Beskrivelse av de ulike fraksjoner av uorganisk farlig avfall</b>	<b>2</b>
3.1. Flygeaske	6
3.1.1. Om flygeaske	6
3.1.2. Sammensetning av flygeaske	6
3.1.3. Mengder som i dag oppstår i nordiske land	8
3.1.4. Status for avfallsforbrenningsanlegg i Norden	10
3.1.5. Alternative behandlingsteknologier for flygeaske	15
3.2. Andre røykgassrester fra forbrenning av restavfall	19
3.3. Syre fra Kronos Titan	20
3.4. Andre syrer	20
3.5. Baser og andre basiske forbindelser	20
3.6. Restprodukter fra aluminiumsindustri	20
3.7. Andre uorganiske fraksjoner	21
3.8. Andre fraksjoner som kan oppstå i markedet	21
<b>4. Prognose for utvikling i mengde fram mot 2040</b>	<b>22</b>
4.1. Flygeaske	22
4.2. Syre fra Kronos Titan	24
4.3. Andre uorganiske forbindelser	25
<b>5. Oppsummering og diskusjon</b>	<b>26</b>

## 1. Bakgrunn

NOAH sitt behandlingsanlegg og deponi for uorganisk farlig avfall på Langøya mottar store mengder av uorganisk farlig avfall som oppstår både i Norge og andre land. Flygeaske fra avfallsforbrenning utgjør omkring 70 % av mengdene som i dag håndteres ved NOAHs anlegg. Det mottas også en betydelig mengde svovelsyre fra Kronos. For øvrig mottas ulike typer av syrer og baser samt uorganisk avfall med innhold av tungmetaller og andre miljøgifter.

Med dagens prognoser vil deponiene på Langøya være oppfylt i 2022, og det må derfor finnes alternative mottaksløsninger. Miljødirektoratet har fått i oppdrag av Klima- og miljødepartementet å utrede alternative lokaliteter og løsninger. I denne forbindelse er det nødvendig å ha kunnskap om det framtidige behovet for behandling av uorganisk farlig avfall.

Det er også viktig å ha forståelse for at dagens import av flygeaske fra Danmark er godkjent av danske myndigheter som gjenvinning, med basis i at asken erstatter kalk i første trinn av behandlingen. For Sverige er dette ikke et krav, men Naturvårdsverket uttrykker et ønske om at asken erstatter andre materialer.

## 2. Formål

Miljødirektoratet har bedt om en analyse av utviklingen fram til ca. 2040, der mengdene som vil oppstå blir kvantifisert og diskutert opp mot alternative behandlingsteknologier og andre faktorer som kan påvirke mengdene som må behandles.

### 3. Beskrivelse av de ulike fraksjoner av uorganisk farlig avfall

Statistisk sentralbyrå lager årlig en statistikk over samlede mengder farlig avfall som håndteres i Norge, en oversikt over dette finnes i nedenstående tabell 1.

**Tabell 1. Sum farlig avfall per materialtype 2010-2014 (1.000 tonn/år) kilde SSB.**

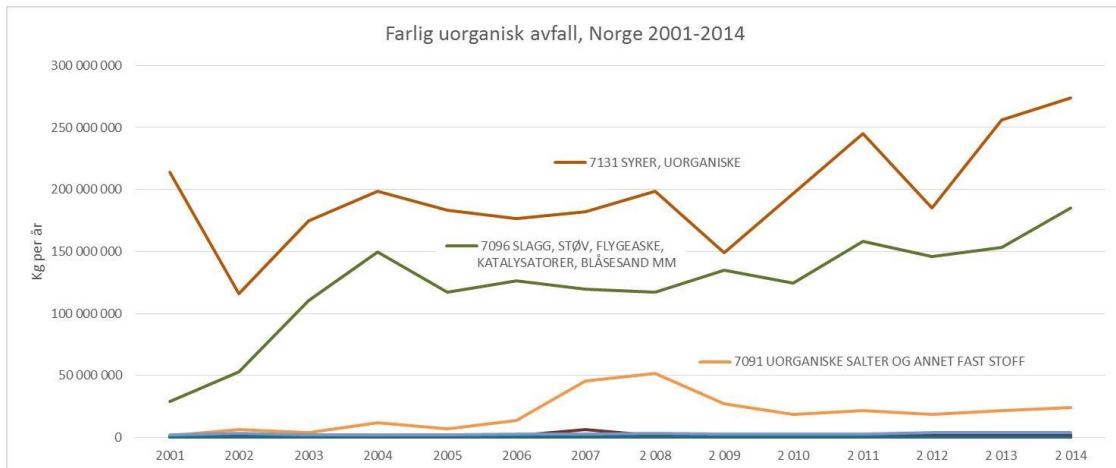
**Feil! Fant ikke referanseskilden.**

Denne tabellen kan ikke deles direkte i uorganisk og organisk farlig avfall. Vi har videre dykket ned i Norsas databasen over deklarererte mengder, dvs. mengder som oppstår og sendes til første ledds behandling, og sett på de forskjellige avfallsstoffnumre og plukket ut det vi regner som uorganiske materialer. Dette er gitt i tabell 2 nedenfor.

**Tabell 2. Mengder av uorganisk farlig avfall (tonn) deklartert i Norge. Kilde Norsas.**

Nr	Navn	2 011	2 012	2 013	2 014	SNITT SISTE 4 ÅR (tonn)
7080	Kvikksølv, kadmium, tungmetallholdig avfall	0	0	1	0	0,3
7081	KVIKKSØLVHOLDIG AVFALL	104	197	232	243	194
7082	KVIKKSØLVHOLDIGE BATTERIER	-	-	1	-	0,2
7083	KADMIUMHOLDIG AVFALL	4	6	6	2	4,7
7085	AMALGAM	16	3	4	3	6,3
7091	UORGANISKE SALTER OG ANNET FAST STOFF	21 570	18 456	21 614	24 440	21 520
7094	LITIUMBATTERIER	65	43	77	80	66
7095	METALLHYDROKSIDSLAM	1 751	1 059	867	790	1 117
7096	SLAGG, STØV, FLYGEASKE, KATALYSATORER,	158 446	145 725	153 461	185 403	160 759
7097	UORGANISKE LØSNINGER OG BAD	1 368	1 510	1 477	1 806	1 540
7100	CYANIDHOLDIG AVFALL	11	5	4	31	13
7131	SYRER, UORGANISKE	244 880	185 196	256 077	273 618	239 943
7132	BASER, UORGANISKE	3 028	4 050	4 066	4 249	3 848
<b>SUM UORGANISK</b>		<b>431 245</b>	<b>356 251</b>	<b>437 886</b>	<b>490 666</b>	<b>429 012</b>

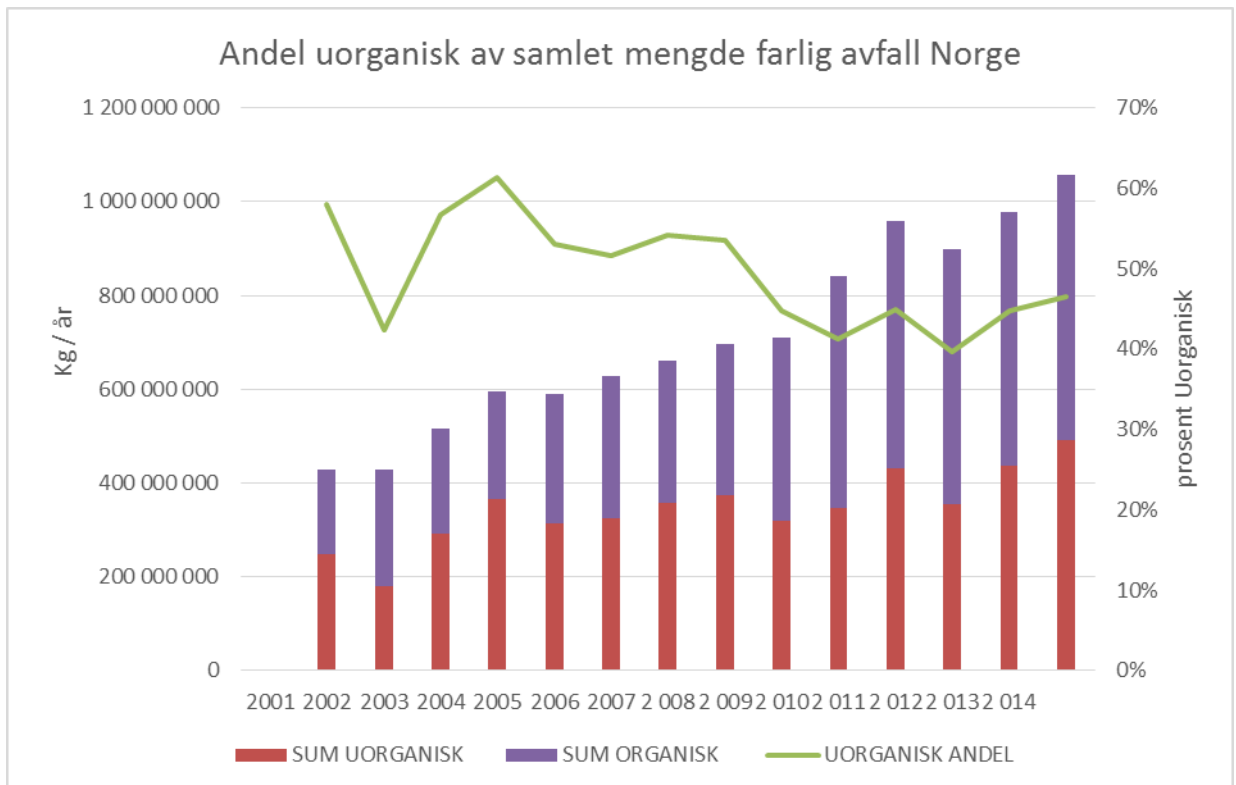
De samlede mengdene av uorganisk farlig avfall som oppstår og sendes til behandling i Norge, er gjennom Norsas rapportert til ca. 430.000 tonn per år (snitt 2011-14), og jevnt økende i perioden 2001-2014. I Figur 1 fremkommer de største volumene; der uorganiske syrer, asker og uorganiske salter er de mest fremtredende.



**Figur 1. Oversikt over uorganisk farlig avfall Norge 2001-2014.**

For 2013 og 2014 i snitt viser grafen sum syrer 260.000 tonn, flygeaske etc. 160.000 tonn og salter etc. 20.000 tonn, samlet 440.000 tonn.

I Figur 2 får man et bilde av total mengde farlig avfall generert i Norge de siste 15 årene. Volumet er generelt doblet for både uorganisk og organisk farlig avfall i denne perioden. Andelen uorganisk farlig avfall ligger nå i underkant av 50% av det farlige avfallet.



**Figur 2. Mengde farlig avfall i Norge 2001-2014 kg og andel uorganisk farlig avfall(%)**

Vi har her definert volumene med boreslam og borerester fra Nordsjøen som organisk farlig avfall.

For å finne hvor mye uorganisk farlig avfall som behandles i Norge, må de ovenstående tallene justeres for eksport og import. Ved gjennomgang av Miljødirektoratet sitt register over notifikasjoner i bruk for 2014, har vi gruppert alle notifikasjoner (faktisk behandlet volum, ikke omsøkt) i uorganisk farlig avfall (UFA), Uorganisk ordinært avfall (UORG), organisk farlig avfall (ORG), elektrisk og elektronisk avfall (WEE) inkludert avfall fra bilvraking samt avfall til forbrenning (AVF) (returtreflis og restavfall). Dette er så splittet i eksport og import, og resultatene er gitt i tabell 3 nedenfor.

**Tabell 3. Oversikt over faktiske mengder i notifiseringssystemet 2014 (tonn).**

Radetiketter	Rapportert volum [tonn]
<b>Ekspert</b>	<b>1 742 218</b>
AVF	1 178 050
ORG	406 739
UFA	67 742
UORG	38 885
WEE	50 801
<b>Import</b>	<b>290 912</b>
AVF	66 327
ORG	48 545
UFA	142 727
UORG	33 313
<b>Totalsum</b>	<b>2 033 130</b>

Som vi ser består eksporten hovedsakelig av avfall til forbrenning (70%) (ikke farlig avfall), mens eksport av uorganisk farlig avfall kun utgjør ca 4%. Samlet mengde eksportert avfall med notifikasjon er 6 ganger så høyt som importmengdene. Blant importen står uorganisk farlig avfall for 49%. Mengden av denne fraksjonen er redusert det siste året (2014) på import, men har økt på eksport.

Splittes eksporten og importen ned på EAL kode, får vi følgende fordeling, først for eksport:



**Tabell 4. Eksport av uorganisk farlig avfall per EAL kode 2014 (tonn).**

		<b>67 742</b>
☐ 60101	Svovelsyre og svovelholdige syrer	668
☐ 60203	Ammoniumhydroksid	90
☐ 60204	Natrium- og kaliumhydroksid	7 974
☐ 60311	Faste salter og saltløsninger som inneholder cyanider	17
☐ 60313	Faste salter og saltløsninger som inneholder tungmetaller	1
☐ 60405	Avfall som inneholder andre tungmetaller	497
☐ 70601	Vandige vaskevæsker og morluter	1 018
☐ 70701	Vandige vaskevæsker og morluter	25
☐ 90104	Fikserbad	71
☐ 100308	Saltslagg fra sekundærproduksjon	5 020
☐ 100401	Slagg fra primær- og sekundærproduksjon	149
☐ 100402	Dross og avrakingsslagg fra primær- og sekundærproduksjon	26
☐ 100505	Fast avfall fra behandling av avgasser	32
☐ 110106	Syrer som ikke er spesifisert andre steder	15
☐ 110109	Slam og filterkaker som inneholder farlige stoffer	634
☐ 110301	Cyanidholdig avfall	6
☐ 160504	Gass i trykkbeholdere er farlig avfall BARE hvis gassen er klassifisert som f	147
☐ 160507	Kasserte uorganiske kjemikalier som består av eller inneholder farlige stoffer	31
☐ 160805	Brukte katalysatorer som inneholder fosforsyre	510
☐ 160807	Brukte katalysatorer som er forurenset av farlige stoffer	509
☐ 160901	Permangater, f.eks. kaliumpermanganat	3
☐ 170503	Jord og stein som inneholder farlige stoffer	26 872
☐ 190106	Vandig flytende avfall fra behandling av avgasser og annet vandig flytende av	1 918
☐ 191003	Lett fraksjon og støv som inneholder farlige stoffer	21 410
☐ 200114	Syrer	99

For importen, er fordelingen som følger:

**Tabell 5. Mengde importert uorganisk farlig avfall per EAL kode 2014 (tonn).**

		<b>142 727</b>
☐ 60106	Andre syrer	176
☐ 100116	Flygeaske fra samforbrenning som inneholder farlige stoffer	3 362
☐ 100207	Fast avfall fra behandling av avgasser som inneholder farlige stoffer	8 646
☐ 100909	Støv fra filtrering av røykgass som inneholder farlige stoffer	56
☐ 101115	Fast avfall fra behandling av røykgass som inneholder farlige stoffer	30
☐ 101209	Fast avfall fra behandling av avgasser som inneholder farlige stoffer	30
☐ 160303	Uorganisk avfall som inneholder farlige stoffer	205
☐ 160508	Kasserte organiske kjemikalier som består av eller inneholder farlige stoffer	5
☐ 190105	Filterkaker fra behandling av avgasser	15 071
☐ 190107	Fast avfall fra behandling av avgasser	1 052
☐ 190111	Bunnaske og slagg som inneholder farlige stoffer	370
☐ 190113	Flygeaske som inneholder farlige stoffer	113 714
☐ 190115	Kjellstøv som inneholder farlige stoffer	11

Av disse 143.000 tonnene står forskjellige røykgassrenseavfall for 142.700 tonn. Det er også interessant å merke at det er svært få felles varer i de to listene. Enten eksporteres en type avfall eller så importeres den, i liten grad har vi både import og eksport innenfor en EAL kode.

Sammenstiller vi disse tallene, er mengden uorganisk farlig avfall som genereres i Norge ca. 500.000 tonn, hvorav 70.000 eksporteres (noe lavere i 2014) og 140.000 tonn importeres, slik at man med dagens marked behandler drøyt 570.000 tonn i Norge, dvs. det er god balanse mellom eksport og import av uorganisk farlig avfall. CCA impregnert trevirke er her regnet som organisk avfall, og går hovedsakelig til forbrenning med energigjenvinning.

Dagens hovedbehandling av uorganisk farlig avfall i Norge, er NOAH sitt anlegg på Langøya. De har selv tidligere beskrevet sitt potensielle totalmarked sitt til omtrent det dobbelte av disse volumene, dvs ca 950.000 tonn når vi benytter tonnene svovelsyre levert som faktisk levert (20%) og ikke omregnet til 100% syre. Det må også nevnes at de mottar relativt store



volumer ikke farlig avfall fra Danmark og Sverige i tillegg til det uorganiske farlige avfallet omtalt her. Samlet import ligger på drøyt 300.000 tonn per år.

Relativt store flygeaskevolumer stabiliseres og deponeres andre steder i Skandinavia mens noe aske sendes fra Danmark til Tyskland. I tillegg leveres noe flygeaske til de nedlagte Mofjellet Gruber, der Miljøteknikk Terrateam as stabiliserer asken med sement og støper den inn i de gamle gruvegangene, slik at også gruvene stabiliseres i tillegg til massene.

Vi har i denne rapporten regnet forurenset jord som organisk materie da vi har forståelsen av at store deler av volumet er forurenset av olje og andre organiske væsker selv om det også er deler av det som er tungmetall. En betydelig andel av dette volumet leveres til de to deponiene på Langøya i dag, både farlig avfall deponiet og deponiet for ordinært avfall.

## 3.1. Flygeaske

### 3.1.1. Om flygeaske

Flygeaske er et restprodukt fra røykgassrensingen i et forbrenningsanlegg. Ved avfallsforbrenning vil flygeasken inneholde ulike typer miljøgifter som gjør at den klassifiseres som farlig avfall. Typisk sammensetning er gitt i Tabell 6.

Mengden flygeaske som oppstår i hvert forbrenningsanlegg er betinget av type og mengde avfall og den forbrennings- og rensetekniske løsningen i hvert anlegg. I nasjonal og nordisk sammenheng vil det være utviklingen i omfanget av avfallsforbrenning som er utslagsgivende for den mengde av flygeaske som oppstår.

### 3.1.2. Sammensetning av flygeaske

I tabell 6 nedenfor, følger en oversikt over hva flygeasker typisk inneholder. Tallene er hentet fra det svenske forskningsprogrammet Askprogrammet som ble driftet av Värmeforsk frem til 2015. Tallene er et gjennomsnitt per grunnstoff for de prøver som er tatt av flygeaske fra avfallsforbrenning. Så selv om det f.eks. står CaO i tabellen er det mengde Ca som er oppgitt.

Tabell 6. Oversikt over typisk innhold i svenske flygeasker fra avfallsforbrenning<sup>1</sup>.

Grunnstoff	Enhet	Gjennomsnitt verdi	Antall prøver
Ag	mg/kg TS	1	1
Al2O3	% TS	5	77
As	mg/kg TS	281	76
B	mg/kg TS	173	5
Ba	mg/kg TS	1 980	70
Be	mg/kg TS	1	37
Bi	mg/kg TS	6	1

<sup>1</sup> Kilde Värmeforsk – Alaska databasen

Br	mg/kg TS	800	1
CaO	% TS	18	77
Cd	mg/kg TS	94	76
Cl	% TS	7,6	63
Co	mg/kg TS	25	75
Cr	mg/kg TS	504	75
Cu	mg/kg TS	3 360	76
Fe	mg/kg TS	20 800	18
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% TS	2	59
Hg	mg/kg TS	3	58
K <sub>2</sub> O	% TS	3	77
La	mg/kg TS	17	27
Li	mg/kg TS	83	1
MgO	% TS	1	77
MnO	% TS	0	75
MnO <sub>2</sub>	% TS	0	1
Mo	mg/kg TS	20	75
Na <sub>2</sub> O	% TS	3	77
Nb	mg/kg TS	11	36
Ni	mg/kg TS	101	75
P	mg/kg TS	4 430	20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% TS	0	57
Pb	mg/kg TS	3 450	76
Rb	mg/kg TS	122	1
S	mg/kg TS	29 500	72
Sb	mg/kg TS	643	58
Sc	mg/kg TS	3	36
Se	mg/kg TS	7	13
SiO <sub>2</sub>	% TS	13	76
Sn	mg/kg TS	428	55
Sr	mg/kg TS	391	50
Th	mg/kg TS	9	1
TiO <sub>2</sub>	% TS	1	75
Tl	mg/kg TS	13	8
U	mg/kg TS	24	2
V	mg/kg TS	45	74
W	mg/kg TS	118	35
Y	mg/kg TS	16	36
Zn	mg/kg TS	17 000	76

Zr	mg/kg TS	164	48
TS-halt	% TS	96,6	39
LOI, 1000 °C	% TS	10,4	30
LOI, 550°C	% TS	5,5	14
TOC	% TS	1,1	7
pH		12,6	2

Noen hovedtrekk: Asken leveres tørr (96.6% tørrstoff), den har svært høy pH (på nivå med en 10% lutblanding), men er ferdig utbrent slik at totalt organisk karbon i massene er nede i 1.1%. Mesteparten er termisk stabilt, kun 10% forsvinner om den varmes til 1.000 °C.

Innholdet av svovel og klorforbindelser er høyt, men kan eventuelt vaskes bort hvis man skal benytte asken som råvare til metallekstraksjon e.l.

Av ressurser i asken er metallinnholdet av sink (17 gram/kg), kobber (3.4 g/kg) og bly (3.6 g/kg) interessante. Aluminiumet antas å være helt oksidert og ansees i denne sammenheng for mindre interessant. Derimot vil kalkinnholdet som omregnet til oksyd (CaO) bli ca. 24% av samlet vekt og fosfor med 4 gram per kilo kunne være interessante bidragsyttere til sirkulær økonomi innen gjødsel.

### 3.1.3. Mengder som i dag oppstår i nordiske land

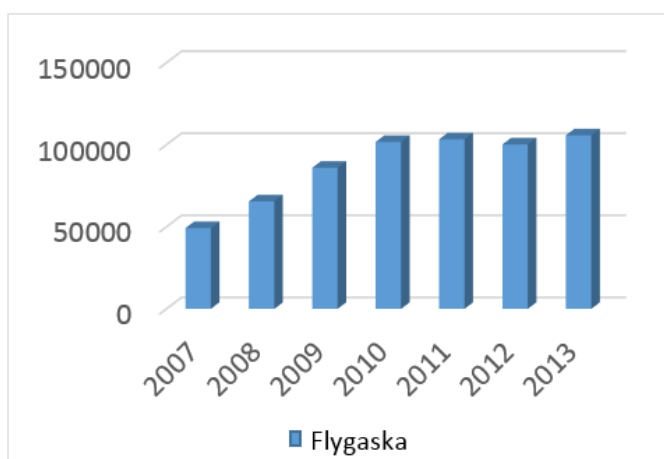
#### 3.1.3.1. Sverige

I Sverige ble det i 2013 produsert om lag 240 000 tonn flygeaske fra 32 forbrenningsanlegg for husholdnings- og næringsavfall<sup>2</sup>. Omkring 50 prosent av dette blir deponert i Sverige med forbehandling i form av vasking eller annen stabilisering. Et hovedanlegg for stabilisering til ikke farlig avfall (med betong) er Rang Sells anlegg på Högbytorp nordvest for Stockholm. En annen aktør stabiliserer asken med kjemikalier før den deponeres sammen med metallrenset bunnaske. De øvrige 50 prosent blir levert til behandlingsmåter som er klassifisert som gjenvinning. Av dette blir mesteparten eksportert til NOAHs anlegg på Langøya. Prosessen betraktes som en gjenvinningsprosess noe som er ønskelig fra de svenske miljømyndighetene. En mindre mengde av flygeaske blir eksportert til Miljøteknikk Terrateam i Mo i Rana, og det går også en liten mengde til gjenvinning (utfylling av avsluttede fjellrom – f.eks. fjellcisterner for olje) i Sverige.

Figur 3 viser hvor mye aske som har blitt transportert fra Sverige til Norge fra 2007-2013. Eksporten økte frem til 2010, men har holdt seg på om lag 100 000 tonn per år siden.

---

<sup>2</sup> Avfall Sverige, 2015:27. Hantering av flygaska från avfallsförbränning. Dagens hantering och framtida vägval.



**Figur 3. Eksport av flygeaske fra Sverige til Norge. Tonn.**

Ifølge egenrapporter til Miljødirektoratet fra virksomheter som eksporterer og importerer avfall ble det i 2013 importert i overkant av 90 000 tonn flygeaske fra Sverige til NOAH mens tallet for 2014 er redusert til ca. 70 000 tonn. Årsak til endring kjennes ikke. I tillegg kommer en liten mengde filterkaker fra avgassrensing (ca. 2 000 tonn).

#### 3.1.3.2. Norge

I Norge ble det produsert ca 55 000 tonn flygeaske fra avfallsforbrenningsanlegg i 2014 ifølge rapporter som Mepex har mottatt fra alle avfallsforbrenningsanleggene. Mange anlegg (de med scrubber i renseprosess) produserer også filterkaker som leveres til anlegg for behandling av farlig avfall men denne mengden er ikke oppgitt i rapportene. Både flygeaske og filterkaker fra avfallsforbrenning blir i all hovedsak sendt til NOAHs anlegg på Langøya mens en mindre mengde går til Mo i Rana.

#### 3.1.3.3. Danmark

I Danmark oppstod i 2009 om lag 170 000 tonn flygeaske fra avfallsforbrenning. Noe av dette deponeres i Danmark etter rensing med Halosep prosessen eller annen stabilisering, mens hoveddelen eksporteres til Tyskland eller Norge (NOAH).

Ifølge egenrapporter til Miljødirektoratet fra virksomheter som eksporterer og importerer avfall ble det i 2013 importert 60 000 tonn flygeaske fra Danmark til NOAH, redusert til 40 000 tonn i 2014. I tillegg kommer 15 000 tonn filterkaker fra avgassrensing (2014) også mottatt fra Danmark.

#### 3.1.3.4. Finland

I Finland legges mesteparten av flygeaske på deponi etter forbehandling og stabilisering. Dette betyr at de 40 000 tonn flygeaske som årlig produseres ved finske avfallsforbrenningsanlegg ender stort sett i finsk deponier. Bare en liten mengde sendt til Tyskland<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Ekokem, 2016. Intervju

Ifølge egenrapporter til Miljødirektoratet fra virksomheter som eksporterer og importerer avfall mottas ikke flygeaske eller andre typer farlig avfall fra Finland ved NOAHs anlegg. Informasjon fra Profu tilsier også at de finske anleggene ikke ser til Norge for fremtidige løsninger men vil prioritere innenlandsk behandling.

### 3.1.4. Status for avfallsforbrenningsanlegg i Norden

#### 3.1.4.1. Sverige

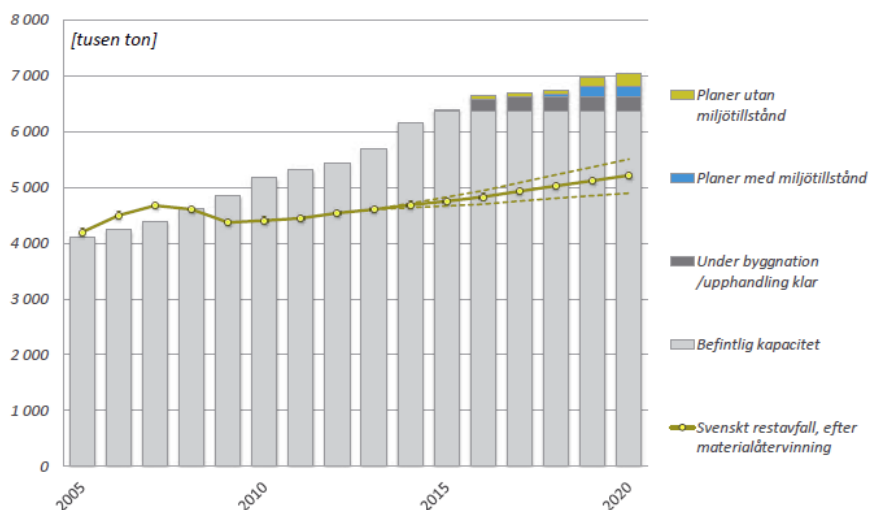
Den totale kapasitet i svenske avfallsforbrenningsanlegg utgjorde i 2015 omlag 6,4 millioner tonn. Da er to nye anlegg (Brista og Västerås) medregnet.

Figur 4 viser i de grå søylene installert kapasitet i løpet av 2005-2015 og prognose fram til 2020, som inkluderer anlegg under bygging (mørk grå), ikke igangsatte planer med tillatelse (blå) og planlagte anlegg uten tillatelse (grønn).

Den gule linjen viser mengde restavfall i Sverige etter utsortering til gjenvinning og biologisk behandling. Figuren viser at det har vært overkapasitet i Sverige siden 2009. Dette overskuddet har økt med nye anlegg som er bygget. I 2015 var overkapasiteten på om lag 1,6 millioner tonn som har blitt fylt opp ved hjelp av importvolum fra Storbritannia, Norge og Irland.

Til tross for dagens situasjon med overkapasitet, er det planer om ytterligere utbygging av avfallsforbrenningsanlegg i Sverige. Kapasiteten vil kunne øke med 0,3 til 0,6 millioner tonn fram mot 2020. Det laveste nivået vil oppnås når anlegg under bygging er ferdige, mens det øvre nivå omfatter også planer både med og uten tillatelse. Dette betyr at mengden flygeaske som genereres vil øke mellom 3% og 9% i 2020.

Fra 2020 og utover er det ingen kjente planer for ytterligere ny kapasitet.

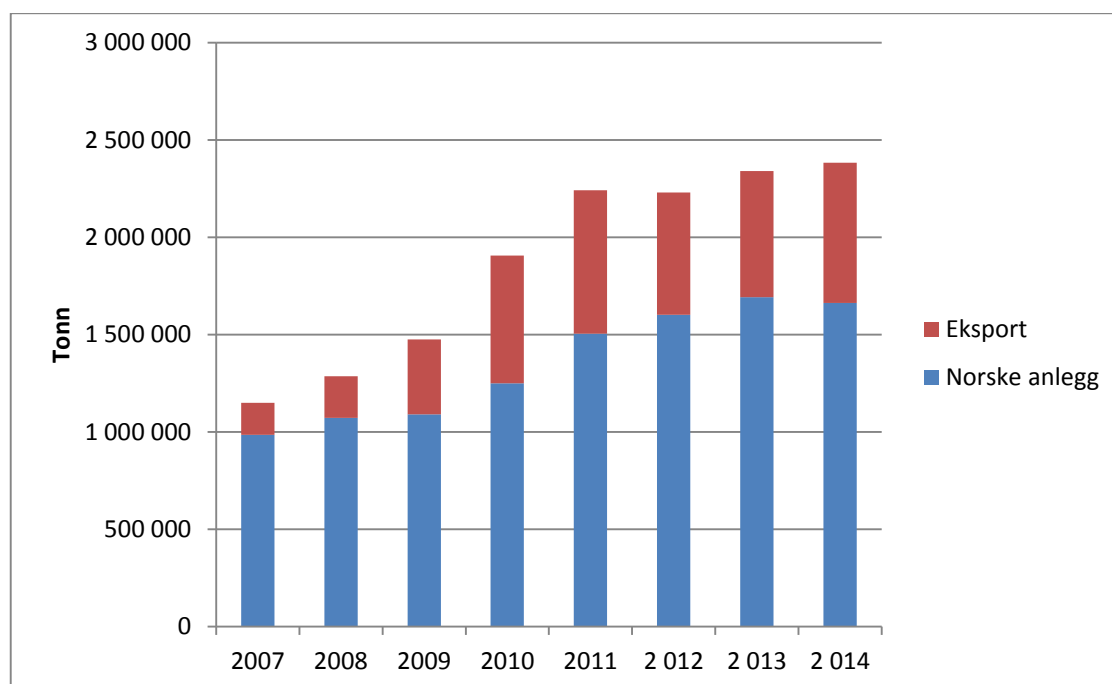


**Figur 4. Kapasitetsutvikling for avfallsforbrenning i Sverige, historisk og planlagt. 2005-2020. Tusen tonn.**

### 3.1.4.2. Norge

I Norge var forbrenningskapasiteten omkring 1,7 millioner tonn i 2014. Dette inkluderer to sementfabrikker. Omkring 6 prosent av avfallet som ble forbrent var importert fra Storbritannia og Nederland mens de øvrige ca. 9e prosent var norsk husholdnings- og næringsavfall.

Omkring 0,7 millioner tonn norsk avfall blir i tillegg eksportert til avfallsforbrenning i Sverige. Konkurransen med svenske anlegg har bidratt til at det i dag ikke er konkrete planer om utbygging av ny forbrenningskapasitet i Norge. Det arbeides riktignok med å øke utnyttelsen av eksisterende kapasitet ved flere anlegg men dette vil neppe ha stor betydning på den totale kapasiteten og derfor heller ikke på mengden flygeaske som genereres.



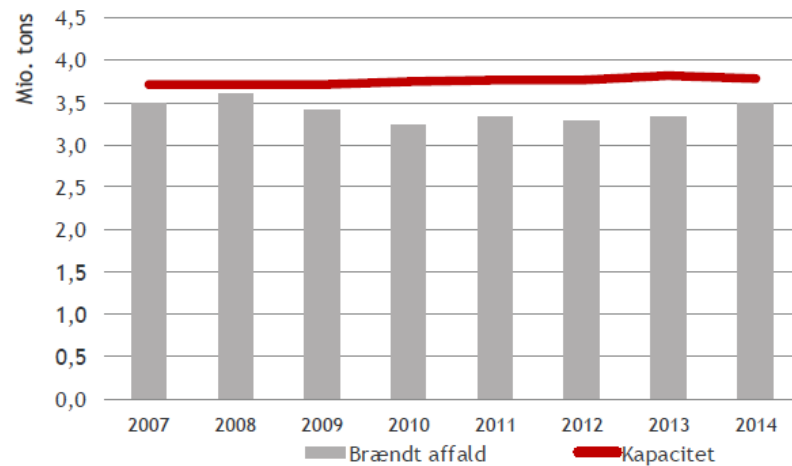
Figur 5. Utvikling i avfallsforbrenning i Norge. 2007-2014. Tonn.

I utgangspunktet er bare et fåtall av dagens avfallsforbrenningsanlegg bygget for en levetid fram mot 2040. De eldste anleggene i Norge er omkring 30 år, som man kan regne som en normal levetid. Det er likevel fullt mulig å oppgradere anleggene for lenger levetid betinget av økonomisk og markedsmessige forutsetninger. Dette betyr likevel at det er vanskelig å konkludere om forbrenningskapasiteten i Norge helt fram til 2040.

### 3.1.4.3. Danmark

I Danmark var kapasiteten til forbrenning av husholdnings- og næringsavfall i 2014 på 3,8 millioner tonn (Figur 6). Både forbrenningskapasitet og tilgjengelige avfallsmengder har vært relativt konstant i perioden 2007 til 2014. De senere årene har det vært en liten

overkapasitet som er dekket ved hjelp av import, i første rekke fra Storbritannia men også noe fra Norge og Tyskland<sup>4</sup>.



**Figur 6. Mengde restavfall og kapasitet for avfallsforbrenning i Danmark. 2007-2014. 1000 tonn<sup>5</sup>**

De fleste danske avfallsforbrenningsanlegg er bygget for mer enn 20 år siden. Dette innebærer at mange behøver reinvestering og oppgradering dersom de ikke skal fases ut i framtiden. Det foreligger planer om nye anlegg. Amager Bakke i København med en kapasitet på 400 000 tonn er under oppføring. L90 II i Kjellerup er planlagt med en kapasitet på 190 000 tonn men det er usikkert om det blir realisert<sup>6</sup>.

Figur 7 viser scenarier for forholdet mellom tilgang på restavfall (to alternativer) og forbrenningskapasitet (to alternativer) i Danmark fram til 2032. De to alternativene for restavfall er uten nye virkemiddel (lilla linje) og med nye virkemiddel for økt materialgjenvinning fra avfall (svart linje). De to alternativene for kapasitet er med løpende oppgradering og nybygging (blå linje) og med utfasing av dagens anlegg ut fra levetid (rød linje).

<sup>4</sup> Kilde: Miljøstyrelsen, 2013. Affaldsstatistik

<sup>5</sup> Kilde: Dansk Affaldsforening, DI & Dansk Energi, 2015. Benchmarking af affaldssektoren 2015 (data fra 2014) Forbrænding. Energi-, Forsynings- og Klimaudvalget 2015-16 EFK Alm.del Bilag 126

<sup>6</sup> Kilder:

B&W Volund, 2016

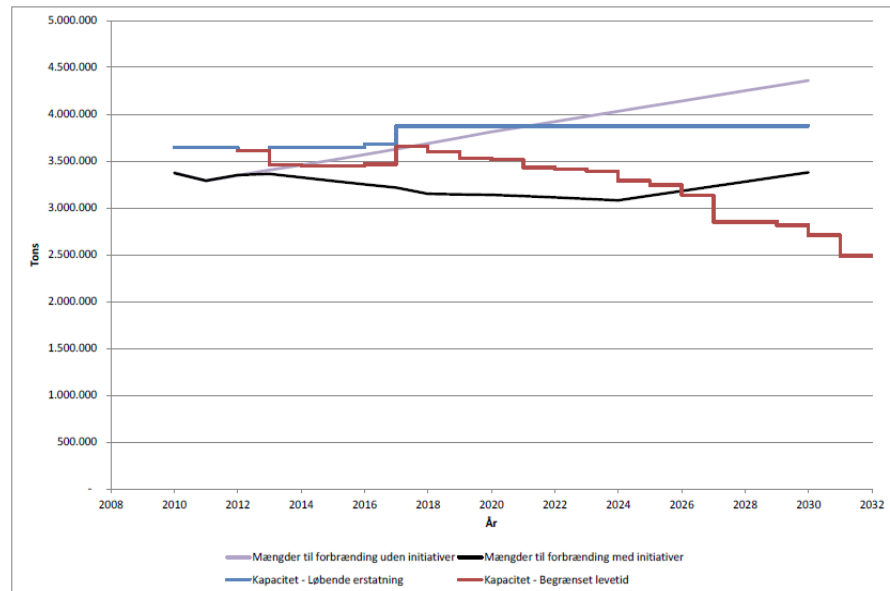
[http://www.volund.dk/Waste to Energy/References/ARC Amager Bakke Copenhagen](http://www.volund.dk/Waste%20to%20Energy/References/ARC%20Amager%20Bakke%20Copenhagen)

Miljøstyrelsen 4, 2014. Danmark uden affald, ressourceplan for affaldshåndtering 2013-2018. Vejledning fra Miljøstyrelsen

L90, 2011. Data for L90 Affaldsforbrændingen II. Version 6



Ut fra scenariene kan det konkluderes med at mengden restavfall enten vil øke eller være konstant i tiden framover og at det kan oppstå underkapasitet på avfallsforbrenning etter ca. 2019 dersom det ikke skjer nybygging og oppgradering.

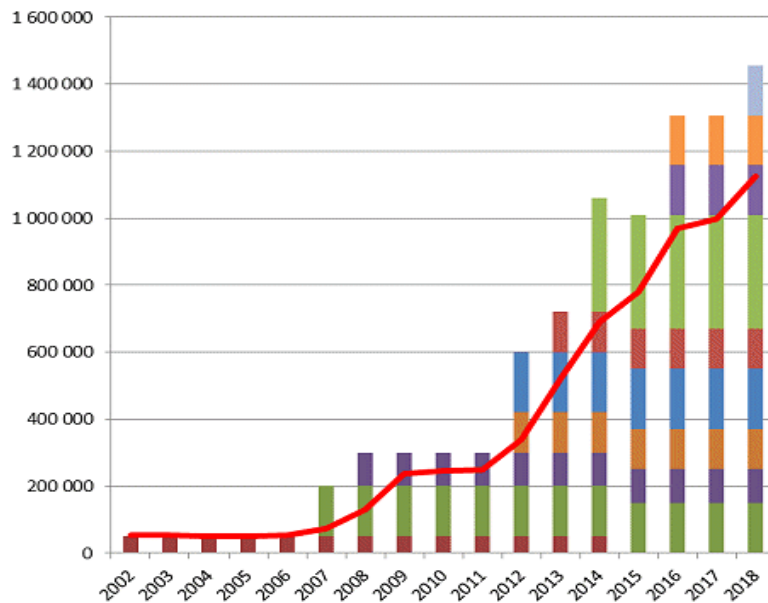


Figur 7. Prognose for utvikling i forbrenningskapasitet og mengde restavfall i Danmark<sup>7</sup>.

#### 3.1.4.4. Finland

I Finland pågår en utbygging av forbrenningskapasitet for å møte EU målsetting om redusert deponering av organisk materiale. I 2015 var den totale kapasitet på omkring 1 million tonn. Dette vil øke til omkring 1,45 millioner tonn i 2018 dersom alle planer realiseres (se Figur 8). Søylen i figuren viser de enkelte anlegg mens den røde linje viser historisk og framskrevet mengde kommunalt avfall. Overskytende forbrenningskapasitet er forventet å fylles med restavfall fra næringsliv.

<sup>7</sup> Kilde: Miljøstyrelsen 4, 2014. Danmark uden affald, ressourceplan for affaldshåndtering 2013-2018. Vejledning fra Miljøstyrelsen



**Figur 8. Forbrenningskapasitet, planer for utbygging og mengde kommunalt restavfall (rød linje) i Finland. Prognose for utvikling i forbrenningskapasitet og mengde restavfall i Finland<sup>8</sup>.**

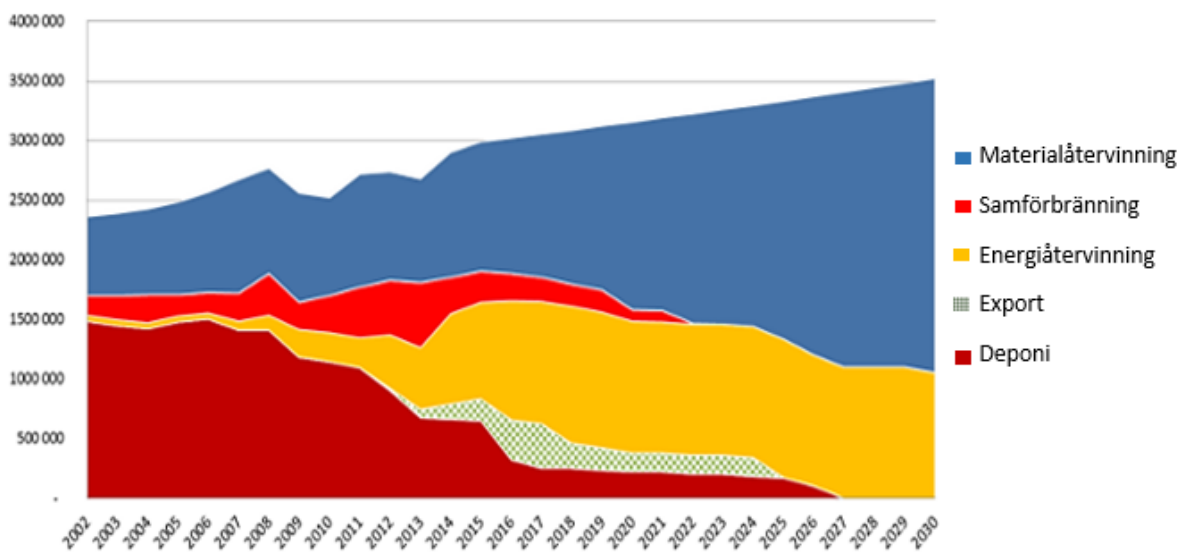
Med utgangspunkt i at mange av forbrenningsanleggene i Finland bygges i perioden mellom 2012 og 2018 og forutsatt teknisk levetid på 30 år som er vanlig for anlegg i Sverige og Danmark, kan vi forutsette at kapasiteten som bygges i Finland vil opprettholdes fram til 2040.

**Figur 9** viser en prognose for utvikling i behandling av kommunalt avfall i Finland fram mot 2030. Samtidig som deponering utfases vil materialgjenvinning øke i hele perioden. Energiutnyttning forutsettes å øke fram til ca. 2018 for deretter å være relativt stabil fram til 2030.

<sup>8</sup> Kilder:

JLY, 2016. Energiutnyttjandet i Finland  
<http://jly.fi/energia5.php?treeviewid=tree3&nodeid=5>

JLY, 2016. Statistikk og tall  
<http://jly.fi/jateh6.php?treeviewid=tree2&nodeid=6>



**Figur 9. Mengde kommunalt avfall og behandlingsmåte i Finland. Danmark. Kilde: JLY, 2016.**

### 3.1.5. Alternative behandlingsteknologier for flygeaske

Det er to hovedårsaker til at flygeaske regnes som farlig avfall, den primære årsaken er konsentrasjon av tungmetaller og andre miljøgifter. Den andre årsaken er at ulempene med avfallet forsterkes av den høye pH verdien som gir økt utlakning av tungmetaller. Dette er også beskrevet i kapittel 3.1.2.

I tillegg til dagens norske behandling med stabilisering av flygeasken med hovedsakelig tynn svovelsyre og produksjon av gips, finnes det minst tre andre hovedgrupper prosesser for å rense flygeasken. Den ene brukes hovedsakelig i forbrenningsanleggenes renseanlegg, der surt vaskevann fra scrubber nøytraliserer asken, tungmetallene vaskes over i en vannfase og elektrolyseres ut som rene metaller. Resten av asken føres tilbake til brennkammeret der eventuelle løsemiddelrester brennes av og det som var flygeaske er nå blitt tyngre og mates ut som en integrert del av bunnasken.

Den andre gruppen prosesser benytter seg av høyt innhold av silikater og kalk i asken og smelter den til en glassaktig form, der tungmetaller og salter separeres ut i en egen fase. Glasset kan så tilsettes blåsemidler og danne lette konstruksjons og isolasjons-materialer. Tungmetall og saltene kan behandles hos smelteverk til renere fraksjoner, der saltet til slutt kommer ut i slagget fra smelteverket. Her gjenstår en del utviklingsarbeider, men uansett er volumet til farlig avfalls deponi redusert med opptil 90% vekt i forhold til den opprinnelige flygeasken.

Den tredje metoden, som strengt talt ikke renser flygeasken, men som stabiliserer utlekking av tungmetallene ved å blande inn kalsium-polysulfid ( $CaS_x$ ) eller tilsvarende stoffer. Her bindes tungmetallene i det komplekse sulfidmolekylet slik at de ikke vaskes ut. Prosessen er utviklet for in-situ stabilisering på nedlagte industritomter som er forurenset med forskjellige tungmetaller som da kan bli liggende i bakken stabilisert i stedet for å lage store

utgravningsprosjekter. Alternativt blandes flygeasken inn i vannløsningen av  $\text{CaS}_x$  og slurryen deponeres i ordinært deponi. Minst ett av de store svenske forbrenningsanleggene benytter denne prosessen men med et annet stabiliserende kjemikalie.

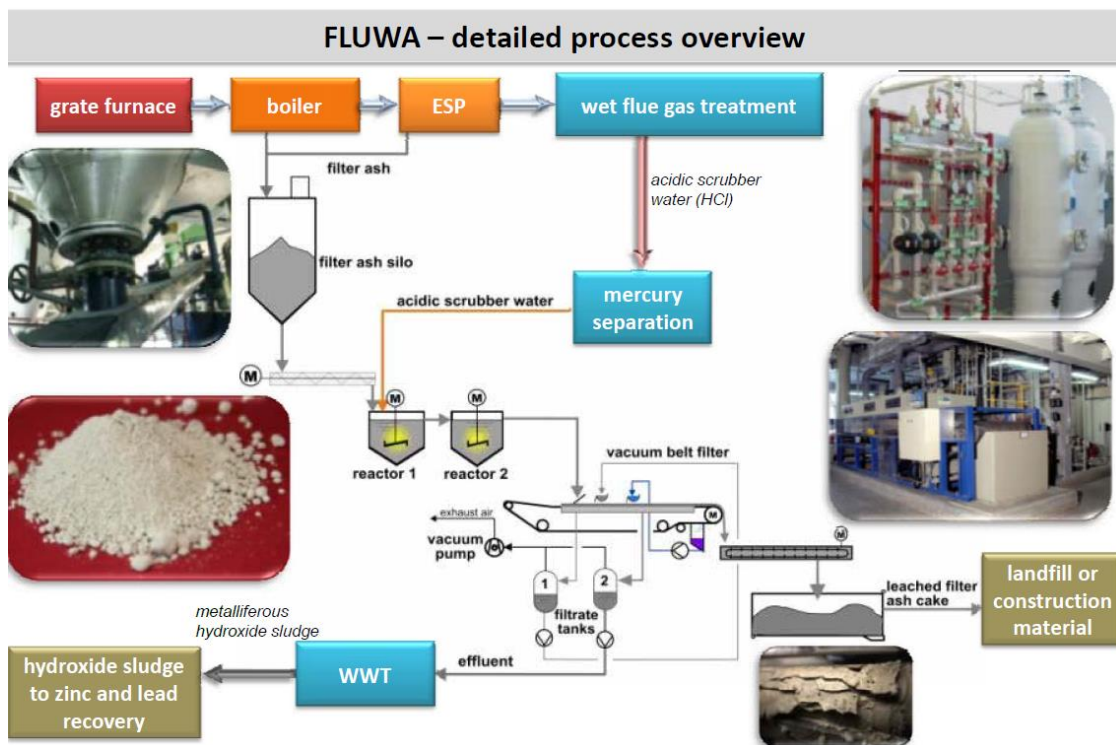
I tillegg til disse kommersielt tilgjengelige prosessene, utvikler det norske firmaet OiW Process en prosesslinje basert på renseteknologi fra olje og gass miljøet kalt NorSep som baserer seg på en mekanisk separasjon av tungmetallene fra restasken ved hjelp av fysiske egenskaper på massene.

NOAH har i samarbeid med Heidelberg gjort lovende forsøk på stabilisering av tungmetallene ved bruk av  $\text{CO}_2$  fra røykgassen i Brevik. Karbonatiseringsreaksjonen er den samme som man får naturlig ved modning av bunnaske. Kalken i flygeasken vil ved den høye pH foreligge som  $\text{CaO}$ . Denne reagerer i en eksoterm reaksjon med karbondioksid og danner stabilt kalsiumkarbonat,  $\text{CaCO}_3$ . Derved reduseres pH i asken slik at tungmetallene stabiliseres og ikke lekker ut like lett. Det er oppnådd resultater som tilsier at de kan deponeres i egen celle på ordinært deponi.

Dagens situasjon der man har tilgang til en god løsning på Langøya og i Mo i Rana til konkurransedyktige betingelser, kombinert med et marked der metallpriser på eventuelt utvunne tungmetaller følger synkende baner, gjør at mange er avventende til ny teknologi.

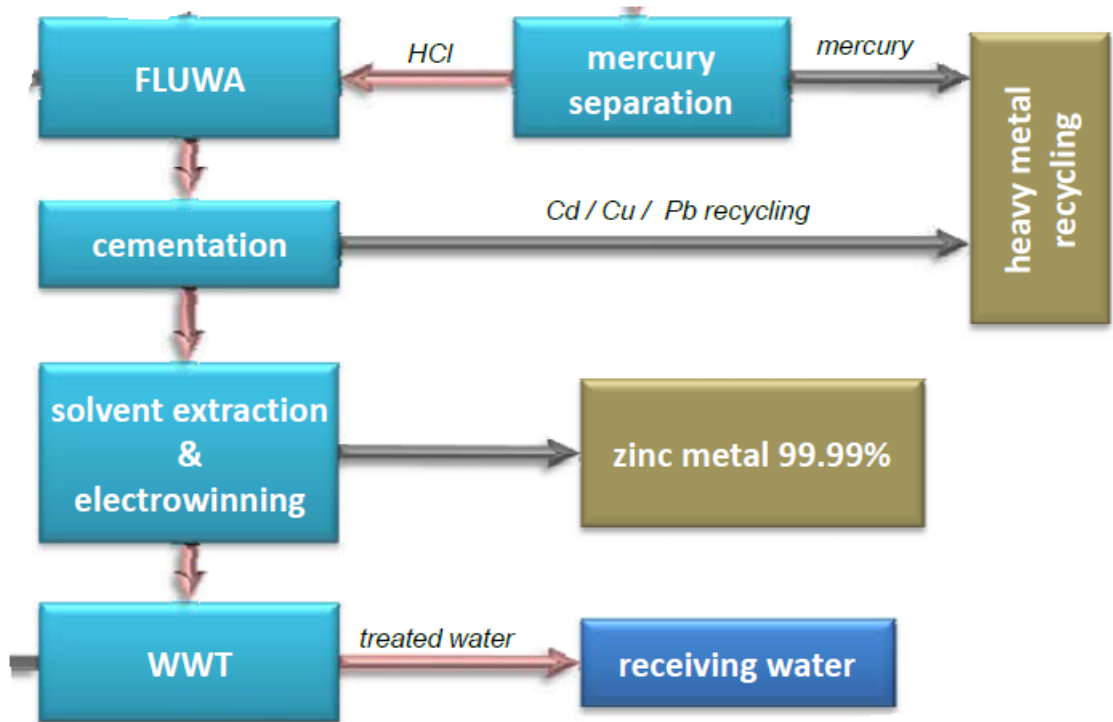
### 3.1.5.1. Integrert tungmetallutvasking av røykgassrester

Sveitsiske BSH Umweltservice AG har utviklet to prosesser, der FLUWA prosessen benytter surt scrubbervann etter kvikksølvfjerning og vasker den utfiltrerte flygeasken. Prosessen er skissert i nedenstående figur 10.



Figur 10. Detaljert prosessoversikt FLUWA prosessen

Fluwa prosessen kan videre utvides med Flurec prosessen, der hydroksid tungmetall slammet produsert i Fluwa anlegget, renses og de enkelte metaller kan tas ut ved elektrolyse. Dette er beskrevet i figur 11.



**Figur 11. Flurec prosess for oppgradering av metaller fra FLUWA.**

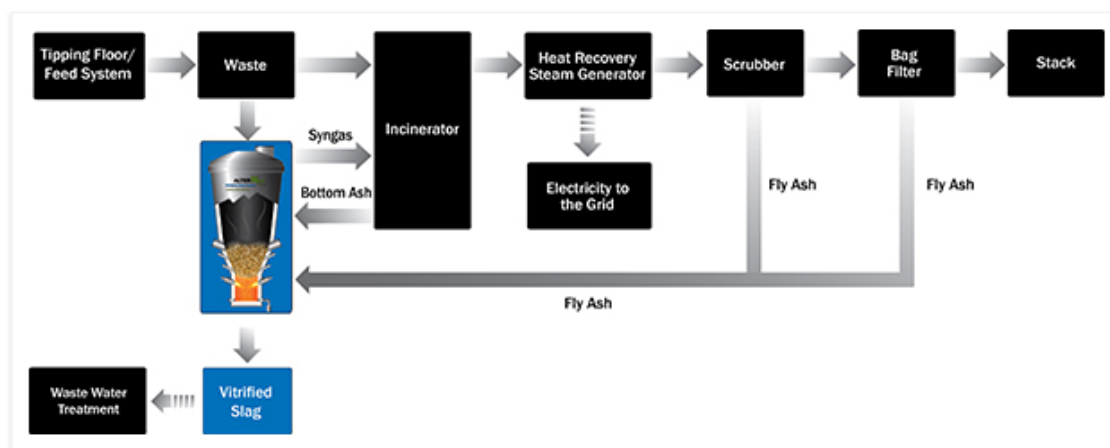
I Flurec prosessen felles kobber, bly og kadmium ut og kan selges til f.eks. Boliden for produksjon av rene metaller. Videre vaskes massene med løsemidler og man elektrolyserer ut rent, salgbart Zink før resten går til vannrenseanlegget fra Fluwa prosessen og filterkakene føres tilbake til ovnen men med det aller meste av tungmetallene fjernet.

I Gøteborg forsker en professor II på selektiv elektrolyse som forenkling av den ovenstående prosessen. Da løses alle tungmetallene ut via et løsemiddel og en robot kan så sette i en og en elektrolyseplate, justere spenningen og ta ut ett og ett metall per plate. Tidspunkt for kommersialisering av denne delen er det for tidlig å si noe om.

En avart av disse prosessene, Halosep, har blitt utviklet i Danmark av Watech og gjennom flere salg endte prosessen hos Stena Recycling i 2009. De har i dag et pilotanlegg i drift. Hoved prosess trinnene er veldig like Fluwa prosessen, men Halosep tar ut en relativt ren saltfraksjon (kloridbasert) som man mener skal kunne brukes til veisaltning o.l. samt at man tar ut en tungmetallfraksjon tilsvarende det man får fra Fluwa anleggene. Prosessen er beskrevet i figur 12 nedenfor.



Vi har sett på to metoder for smelting av asken; internasjonalt gjøres dette i Japan og Kina der f.eks. Westinghouse Plasma Corporation er blant selskapene som har kommet lengst i utviklingen. Plasma gassifiseringsenhetene til Westinghouse er relativt store og kan behandle opp til 1.000 tonn per døgn med f.eks. husholdningsavfall. Det bygges nå et dobbelt anlegg med en slik kapasitet i Tees Valley i Storbritannia, mens norske Biofuel Development arbeider med finansiering av et tilsvarende anlegg i Fredrikstad. Kapasiteten hvis man kjører ren flygeaske kjenner vi ikke, men den vil være noe lavere da smeltevarmen på glass er høyere enn energien for å bryte karbonholdig avfall ned til mindre byggestener. Sistnevnte prosess produserer nok strøm til å drive anlegget, men hvis man bare vitriferer asken, har man ingen intern strømproduksjon og man vil fremtvinge et stort el-forbruk til plasmabrennerne. Hvordan en plasmaanlegg kan integreres i et gassifiseringsanlegg for avfall er vist i nedenstående figur 13, her benyttes gassen til damp og el, et spennende alternativ er å gå via Fischer Tropsh med syntesegassen og lage nye syntetiske drivstoff:



Figur 13. Westinghouse Plasma Corp gassifisering av avfall til syntesegass og vitrifisert aske.

En norsk, alternativ prosess her, er under utvikling hos Scanwatt med base i forskningsmiljøet i Elkem og innovasjonsmiljøet i Grimstad. I stedet for plasmabrennere, varmes flygeasken i en tradisjonell smelteovn og man kan tappe av saltfasen med tungmetallene. Den smeltede asken tilsettes Silisiumkarbid som danner CO som blåser glasset til skumglass, som vist i bildet nedenfor: Dette prosjektet benytter aske fra Returkraft i Kristiansand, og vil inkorporeres i forbrenningsanlegget slik at man ikke får ut flygeaske men et vesentlig lavere volum med tungmetallsalter som kanskje kan oppgraderes eller må deponeres som farlig avfall. Miljøet har tro på at det første industrielle anlegget settes i drift i 2017. Sluttproduktet har allerede et marked opparbeidet via lignende produkter som Glassopor fra Syklus.



### 3.2. Andre røkgasserester fra forbrenning av restavfall

Flere avfallsforbrenningsanlegg har scrubber (våtvask) som en del av røkgassrensingen. Vannet fra disse prosessene går i en renseprosess med filtrering der det produseres



filterkaker som klassifiseres som farlig avfall. Dette leveres ofte til samme behandling som flygeasken og NOAH tar imot filterkaker til behandling i dag.

### 3.3. Syre fra Kronos Titan

Kronos Titan på Øra i Fredrikstad får store mengder tynn svovelsyre som biprodukt når de produserer Titandioksid fra Titanmalm (hovedsakelig fra Hauge i Dalane). Denne syren inneholder relativt store mengder jernsulfat, noe som i utgangspunktet vanskeliggjør ombruk av syren. Denne syren er den direkte årsaken til at det i det hele tatt ble deponi på Langøya, da Kronos Titan sendte syren dit for nøytralisering med rester av kalkstein fra gruvene på øya. Den nøytraliserte slurryen ble så sedimentert og overskytende vann renses og pumpet i Oslofjorden. Etter hvert har kalksteinen blitt erstattet av andre basiske produkter, hovedsakelig flygeaske med høyt innhold av kalsium. Volumet råsyre er betydelig, ca. 260.000 tonn med en konsentrasjon på 20-22%.

Kronos Titan oppgir at de per i dag ikke har relevante alternativer til dagens behandling med nøytralisering med gipsproduksjon basert på aske og/eller kalkstein. Norsk OiW Process arbeider med prosessutvikling i et lite miljø i Grenland, der man benytter en lignende prosess som vi tidligere har beskrevet for alternative behandlinger av flygeaske, og der man etter sigende skal sitte igjen med en svovelsyre som kan ombrukes til gipsproduksjon eller tilbake i Kronos systemet. Men som sagt, dette er under utvikling og vi kan ikke bedømme sannsynligheten for suksess utover å si at det er et spennende initiativ.

### 3.4. Andre syrer

Det eksporteres moderate mengder med uorganiske syrer fra Norge. I 2014 var det registrert drøyt 700 tonn, alt fra de generelle avfallsselskapene, hvilket kan tyde på at det er mye småemballasje som er samlet inn og går til destruksjon ute. Fra Norbas har vi registrert en tilgang på syrer i det norske markedet på 273.000 tonn i 2014, ett tall som varierer mye, fra 195.000 i 2013 til dagens nivå, 75.000 tonn høyere. Tall fra Norbas viser videre at 271.000 av disse kommer fra Kronos Titan, da regnet som 22% konsentrasjon. Resterende mengder produsert i Norge er ca. 2.000 tonn Påplussert import på 177 og fratrukket eksporten på 700 får vi en behandling i Norge i underkant av 1.500 tonn utover volumet fra Kronos Titan.

### 3.5. Baser og andre basiske forbindelser

Volumet av baser og moderluter er tilsvarende beregnet til 4.176 tonn oppstått i Norge (Norbas), eksporten er oppgitt til 9.017 tonn mens importen er null. Eksporten er hovedsakelig fra Noretyl og registrert som NaOH og KOH i Miljødirektoratets database Forurensning. Hvorfor volumet ikke er med i Norbas vites ikke. Her finnes det i hvert fall kommersielt tilgjengelige løsninger bl.a. hos Ekokem i Danmark og Sverige.

### 3.6. Restprodukter fra aluminiumsindustri

Det deponeres per i dag katodemateriale fra aluminiumsindustrien hos NOAH. Det er et definisjonsspørsmål om petrolkoksen regnes som organisk eller uorganisk, i dag regnes den som uorganisk siden den ikke er reaktiv. Forurensninger som cyanid, PAH og tungmetaller i katoden medfører at den defineres som farlig avfall. Volumet forventes bortfalt etter 2020 ifølge Hydro sine hjemmesider.

Det importeres ca 8.500 tonn med EAL kode 100207, fast avfall fra rensing av avgasser. Fra kommentarfeltene i Miljødirektoratets database Forurensning finner man referanser som

tilsier at dette er restprodukter fra smelteverksindustri med dross og avfall fra stålproduksjon og lignende som går til Langøya i dag.

Samlet produseres det ca 1.000 tonn katodemateriale, som er klassifisert som farlig avfall og omtrent tilsvarende volum blir eksportert.

### **3.7. Andre uorganiske fraksjoner**

Uorganiske bad og løsninger samt uorganiske salter, er to andre mellomstore fraksjoner, med en samlet tilgang i Norge på ca 2.500 tonn i året. Kildene er relativt jevnt spredd over alle landets fylker.

Noen produkter har nesten forsvunnet fra statistikken de senere år, det gjelder f.eks. amalgam og fotokjemikalier, sistnevnte er også hovedsakelig organisk farlig avfall.

### **3.8. Andre fraksjoner som kan oppstå i markedet**

Over tid skjer endringer i grenseskillet mellom ordinært og farlig avfall, basert på forskning og internasjonale regler. Viser her tre produktgrupper som kan enten gi nye volumer eller bli omgruppert i denne tidshorisonten. Relativt nylig er vindusglass med klorparafiner definert som farlig avfall. Samlet sett oppfattes klorparafinvinduer å bli en miljøutfordring på nivå med PCB vinduer, utfra at mengdene som etter hvert skal skiftes ut er vesentlig større. Behandlingen av disse vil i stor grad være materialgjenvinning av glasset og forbrenning av karm og fuger. Restglasset vil da ende opp i bunnasken og noe av det pulveriserte støvet vil ende i flygeasken. Vi forventer ikke betydelige volumer av denne fraksjonen.

Videre er det jevnlig diskusjoner hvorvidt bunnaske fra avfallsforbrenning skal klassifiseres som farlig avfall eller ikke, men med dagens metallfjerning og utvikling mot nye og utvidede rensemetoder, forventer vi at asken fortsetter som ordinært avfall.

Et mulig fremtidig tema, kan være rester fra en eventuell produksjon av Thorium. Hvilke volumer som vil oppstå, hvordan dette skal behandles og lagres anser vi det for tidlig å definere i denne oversikten.

## 4. Prognose for utvikling i mengde fram mot 2040

### 4.1. Flygeaske

Den framtidige utviklingen i mengde flygeaske og hvordan den behandles vil være betinget av flere faktorer:

#### Utvikling av alternative behandlingsteknologier. Disse påvirkes av:

- *Teknisk utvikling* vil både være betinget av teknologisk utvikling, lovgivning og økonomisk/markedsmessig utvikling. En forventet økning i mengden som forbrennes og derved økt mengde flygeaske kan sette fart i utvikling av alternative teknologier for behandling av flygeaske. Flere teknologier finnes allerede. Tilbakefylling av nedlagte gruver benyttes allerede i dag, for bl.a. i Tyskland. Dette klassifiseres som gjenvinning siden det erstatter bruk av alternative masser. Det finnes også ulike stabiliserings- og vasketeknikker som er under utvikling og også benyttes i dag. Gjenvinning av sink og tungmetaller skjer i dag i Sveits, og er også et alternativ som kan benyttes i andre land.
- *Kostnader* vil være avgjørende for hvilken behandlingsmetode som blir benyttet. For ulike forbrenningsanlegg vil det være ulike betingelser som kommer i tillegg til de rene behandlingstkostnadene deriblant eventuelle avgifter og transport/logistikk.

#### Totale mengder flygeaske som oppstår fra avfallsforbrenning

- *Tilgjengelig avfall til forbrenning.* Tilgang til avfall til forbrenning er ventet å fortsette i flere tiår fremover, og vi ser at skandinaviske anlegg kan være konkurransedyktige i et europeisk marked. Den framtidige utviklingen vil bli påvirket av en rekke andre faktorer. En viktig faktor er ambisjonen i EU om å redusere mengden avfall til deponi (herunder EUs pakke for en sirkulær økonomi). Det kan føre økt avfallsforbrenning i Europa og derved økt mengde flygeaske. Samtidig vil EUs avfallspolitikk også ha ambisjoner om økt materialgjenvinning, ombruk og redusert avfallsproduksjon. Dette vil kunne redusere økningen i mengde som forbrennes.
- *Kvaliteten på avfallet i forhold til askemengder.* Fokus på sirkulær økonomi vil medføre at sammensetningen endres ved at materialer med høy brennverdi fjernes fra avfallet (plast, papp og papir). I tillegg kan det skje at inert materiale med lav brennverdi også sorteres ut for deponering eller gjenvinning. Det tredje elementet er økende utsortering av våtorganisk avfall til biogass produksjon, noe som trekker brennverdien opp igjen og tettheten ned. Den samlede effekten av disse parameterne er det vanskelig å forutse, men vi må forvente noe lavere brennverdi og derved behov for større mengder inn til forbrenning for å opprettholde samlet varmeproduksjon. Generelt vil flere tonn avfall innfyrt gi tilsvarende flere tonn aske produsert, men hvis man fjerner mye inert, vil særlig mengden bunnaske bli redusert og til en viss grad vil også mengden flygeaske bli påvirket. Produktutvikling på materialsortering slik som finske ZenRobotics som bruker svært avansert

sensorteknikk kombinert med raske industriroboter til å analysere avfallsstrømmer og plukke ut f.eks. stein, murstein, tre, hardplast og metall vil redusere askemengden per tonn innfyrt vare. Som utgangspunkt forventer vi likevel relativt stabil askeproduksjon per tonn avfall forbrent som hoved-tese for vurderingen om utvikling til 2040.

- *Kapasitetsutvidelse.* Det er bare i Finland planlagt en større kapasitetsutvidelse for avfallsforbrenning mens de andre nordiske landene har mer eller mindre dekket sine behov. Utviklingen i Finland vil på kort sikt vil øke mengder flygeaske. Det er ikke forventet at denne utviklingen vil føre til eksport til Norge men man vet aldri hvor markedskreftene styrer varestrømmene. I Sverige og Danmark er det planer om noen nye anlegg men samtidig vil gamle forbrenningsanlegg fases ut. Ytterligere kapasitetsutvidelse er betinget av blant annet tilgjengeligheten av restavfall både i lokalt og i et europeisk perspektiv. Nye virkemidler i avfallspolitikken kan påvirke utvidelse av forbrenningskapasitet.
- *Teknologisk utvikling av pyrolyse/gassifisering -anlegg* kan på lenger sikt tenkes å gi store endringer i avfallshåndteringen. Gjennom gassifisering skjer i prinsippet en materialgjenvinning i stedet for energigjenvinning, ved at plasma eller pyrolyseovnene river molekylene fra hverandre og så settes disse sammen til nye molekyler. Da kan det tidligere husholdningsavfallet bli til nye råmaterialer, ny syntetisk diesel eller hydrogen til oppvarming og fremdrift. I denne sammenhengen medfører det også at flygeasken vitriferes og kommer ut som smeltet masse, der tungmetallene enten skilles ut i en saltfase eller bindes i en vare som kan gå på ordinært deponi som konstruksjonsmateriale. Dette er nærmere beskrevet i avsnitt 3.1.5.2.
- *Tillatelse til eksport av flygeaske.* For å akseptere eksport av farlig avfall er et av temaene i vurderingene klassifisering av behandlingsprosessen som gjenvinning/recovery. Miljøstyrelsen i Danmark tok beslutningen sommeren 2015 at NOAHs håndtering klassifiseres som gjenvinning (notat fra Miljøstyrelsen «Røggasrensingsaffald (RGA) - Klassifisering af neutraliserings prosessen på Langøya» 7.juli 2015). Dette vil også være en betingelse for eksport til eventuell framtidig behandlingsløsning i Norge. For Sverige er dette også ønskelig men vi kan ikke se at det er et absolutt krav.
- *Utvikling av nasjonale behandlingsløsninger.* Gjennom prosjektet har det framkommet at det jobbes med å finne mulige nasjonale behandlingsløsninger for flygeaske i de enkelte land. Aktører både i Sverige, Danmark og Finland har gjennomført bl.a. forsøk med utvasking av flygeaske for å kunne avsette deler av restproduktene på deponier for ikke-farlig avfall.

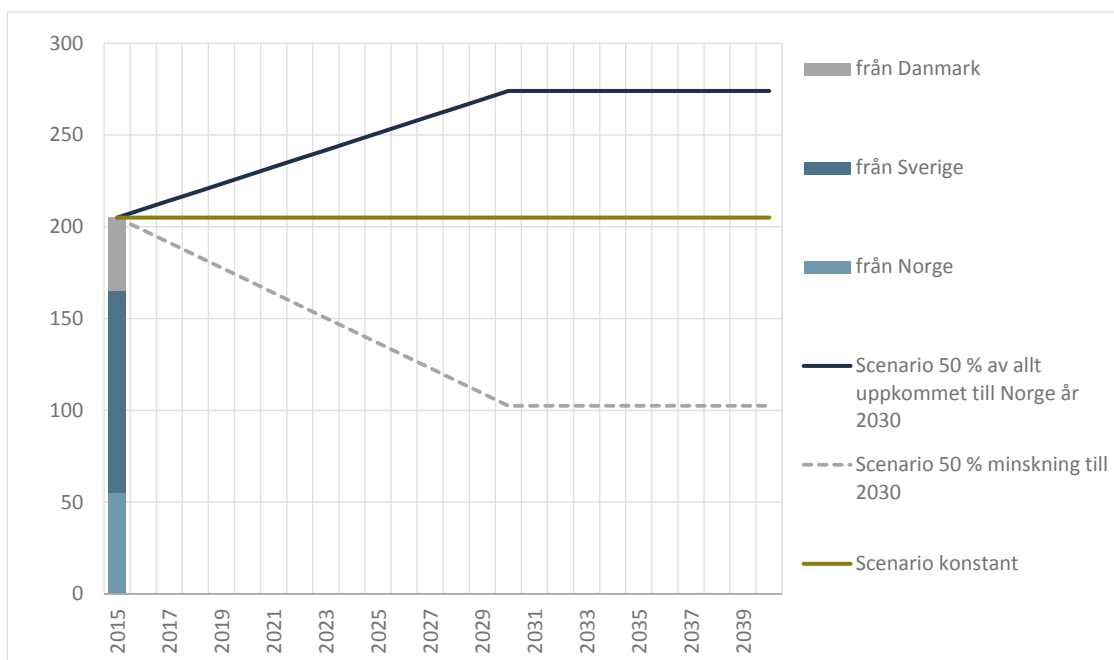
De ovenfor diskuterte faktorene kan tilsa både en økning og en reduksjon i behov for behandlingsskapasitet for flygeaske i Norge. Hvor raskt de enkelte prosesser både for forbehandling av avfall og behandling av flygeaske vil penetrere markedet er det svært

vanskelig å spå om. Prisutvikling, lovgiving for grensekryssende transport, verdi av metaller etc vil påvirke dette i tillegg til tilgjengelige farlig avfalls deponier.

I figur 11 viser vi noen eksempler på ulike scenarier. Søylen refererer mengdene av flygeaske som i dag mottas i Norge fra forskjellige land. Linjene er eksempler på scenarier for fremtiden, og vil være betinget av de faktorer som er diskutert. Et høyt scenario ville være at 50 % av de oppståtte mengder flygeaske fra avfall i Norge, Sverige og Danmark ville måtte bli behandlet ved et norsk anlegg. Da forutsetter vi at de nåværende bestemmelser mht. eksport vedvarer og løsningen teknisk, økonomisk og miljømessig er et akseptabelt alternativ.

Et lavt scenario gitt en 50 % reduksjon fra i dag hvis markedsfaktorer (alternative teknologier, kostnader og transport), tekniske aspekter og aksept problemer, miljø eller lovgiving som påvirker markedet.

Et høyt senario gir en 10-15% økning i dagens volum, gitt at også nye svenske anlegg vil levere 50% av sine volumer til Norge. Utover dette kan man også tenke tanken at en norsk lavprismodell for behandling og deponering vil tiltrekke seg ytterligere volumer. Da vil det ikke være unaturlig å trekke inn volumer fra utsiden av Norden, og kanskje spesielt UK i kalkylene men det har vi definert å ligge utenfor mandatet til oppgaven.



**Figur 14. Scenarier for mengde flygeaske levert til norsk behandlingsanlegg. Søylen viser mengde flygeaske fra Danmark, Sverige og Norge som håndteres i dag. Linjene viser scenarier for framtidig utvikling av mengdene.**

## 4.2. Syre fra Kronos Titan

I følge Kronos Titan forventer de en økning av dagens volum på ca 10% i løpet av de nærmeste årene basert på fortsatt høy etterspørsel etter produktene deres. Volumet kan gå

mot null gitt at bla. OiW Process sin utvikling av renseteknologi er suksessfull. Dette medfører i tilfelle en utfordring for behandling av flygeaske, som da må baseres på annen teknologi enn dagens stabilisering med syre. Og omvendt, dersom man finner alternativer til stabilisering av flygeaske, men ikke for rensing og gjenbruk av syren, vil man ha en avfallsutfordring med syren. Som vist i tidligere kapitler finnes det flere gode løsninger for flygeasken både kommersielt tilgjengelig og under utvikling.

### **4.3. Andre uorganiske forbindelser**

Som tidligere beskrevet, arbeider Norsk Hydro for en miljøutvikling av produksjonsprosessene sine, der de regner med å unngå deponering av katoder fra ca. 2022. Resterende volumer anser vi det som naturlig at vil genereres i samme takt som i dag.

## 5. Oppsummering og diskusjon

Oppsummert viser denne utredning at:

- Mengden av uorganisk farlig avfall som oppstår i de nordiske landene vil være relativt stabil i lang tid framover. Når det gjelder flygeaske kan dette fastslås med relativt stor sikkerhet ut fra forbrenningsanleggenes levetid og den grunnleggende infrastruktur i avfalls- og energi-markedet som disse opererer i. Riktignok kan teknologiske løsninger med in-line renseanlegg bli tatt i bruk. Likevel forventer vi ikke stort omfang av dette. For andre uorganiske stoffer er det større usikkerhet siden virksomhetene som produserer slikt avfall i større grad er eksponert i et internasjonalt marked der produksjon kan legges ned eller flyttes.
- Dagens norske behandlingsløsning for uorganisk farlig avfall, som håndterer en stor del av det uorganiske farlige avfallet som oppstår i Norden, har vist seg å være robust og ut fra plassering i forhold til marked, vist seg å være konkurransemessig på totalservice i forhold til alternative behandlingsløsninger. Forutsatt at det kommer på plass en ny tilsvarende løsning er det grunn til å tro at også denne vil bli foretrukket i markedet, i hvert fall på kort og mellomlang sikt. Imidlertid har avfallsprodusentene store kostnader ved å levere uorganisk farlig avfall, og med bakgrunn i de stabilt store mengdene som oppstår, er det flere aktører som vurderer alternative behandlingsløsninger og teknologier. Den markedsmessige usikkerheten for behandling og deponering av uorganisk farlig avfall vurderes derfor som mye større enn usikkerheten knyttet til hvor mye uorganisk farlig avfall som vil oppstå i framtiden. Framtidig konkurransesituasjon mellom alternative behandlingsteknologier er ikke vurdert i denne utredningen.