

12. december 2023

Statusnotat vedr. håndtering af restprodukter fra de danske Affaldsenergianlægs røggasrensning

1. Indledning

Nærværende notat har til formål at give en oversigt over de nuværende muligheder for nyttiggørelse eller deponering af restprodukterne fra røggasrensningen.

Notatet er udarbejdet i fællesskab i en arbejdsgruppe mellem brancheforeningen Cirkulær, ARC, Vestforbrænding og Dansk RestproduktHåndtering med uredigerede bidrag fra NOAH, Ragn Sells, STENA om deres individuelle behandlingsteknologier.

2. Sammenfatning og overblik

Samlet produceres ca. 90.000 ton restprodukter årligt fra de danske affaldsenergianlæg. Det består af fire typer (flyveaske, gips og filterkage fra anlæg med våd røggasrensning samt RGP fra anlæg med tør/semitør røggasrensning).

Nedenstående skema viser, hvilke anlæg der anvender hvilke typer renseproces. Data stammer fra seneste offentliggjorte benchmarking for forbrænding for 2020. I den rapport er desuden vist et overblik over kapaciteten på de enkelte anlæg. [Microsoft Word - BEATE 2020 - Rapport Forbrænding.docx \(ens.dk\)](#)

Renseproces	Anlæg	Forbrændt mængde Ton i 2020
Våd	Frederikshavn, MEC (Måbjerg), Energnist-Esbjerg, ARGO, ARC, Fjernvarme Fyn, Vestforbrænding, Svendborg Kraftvarmeværk	2.216.270
Våd og semitør	Nordværk-Aalborg, Kredsløb, Norfors	593.180
Semitør	BOFA, REFA, Slagelse, Kredsløb-Skanderborg, Hammel, Affaldplus-Næstved	385.159
Tør	Nordværk-Hjørring, Energnist-Kolding, Aars, Horsens	273.003

Alle fire typer restprodukter afsættes i dag hovedsageligt til nyttiggørelse hos NOAH i Norge og i tyske saltminer, hvilket i et projekt i 2019 finansieret af en række danske affaldsenergianlæg er vurderet som fuldt miljømæssigt konkurrencedygtigt og acceptabelt i forhold til mulige kendte potentielle nyttiggørelsesteknologier. I nedenstående skema er vist mængder for de 4 typer. Datagrundlaget er beskrevet i bilag.

Restprodukt	Mængde ton/år
Flyveaske: Tørt aske opsamlet i pose- og elektrofiltre på anlæg med en våd afsvovlingsproces. Asken indeholder ikke gips eller rester af kalk fra afsvovlingsprocessen	48.000
RGP: Tørt RøgGasRensningsprodukt fra tørre og semitøre anlæg. RGP indeholder en blanding af flyveaske, gips og ikke udnyttet restkalk – og kan også indeholde aktivt kul fra rensning for tungmetaller og dioxiner	30.000
Gips fra våd røggasrensning. Et forholdsvis rent og tørt gipsprodukt uden restkalk eller flyveasker. Gipsen kan – afhængigt af anlægskonfiguration – indeholde rester af aktivt kul fra anlæggenes tungmetal- og dioxinrensning. Nogle anlæg kan rense deres gips til renhed svarende til grænseværdierne i affald til jord bekendtgørelsen og deres gips genanvendes – eller står umiddelbart overfor - nyttiggørelse i gipspladeindustrien.	7.500
Filterkage Et tørt restprodukt fra anlæggenes spildevandsrensning. Nogle anlæg har fælles presse-/båndfilter til afvanding af filterkage og gips, hvorfor filterkagen ud over mineralske produkter fra spildevandsrensningen ved disse anlæg også kan indeholde gips.	7.000

I 2019 afsatte et branchesamarbejde med 21 affaldsenergianlæg i Danmark samtidig ca. 900.000 kr. om året til projekter, der skal sikre bedre nyttiggørelse og/eller minimering af restprodukter, herunder nyttiggørelse af gips. I samarbejdet er opstillet en liste over mulige projekter, og i nedenstående skema er vist, hvilke af disse, der er igangsat – som værende de mest lovende projekter.

Derudover er tre behandlingsløsninger for flyveasker siden da udviklet og forventes i fuldskaladrift i løbet af 2024, og som også kan anvendes til RGP.: Stenas Halosep-løsning på Vestforbrænding, Ragnsells i Sverige og NOAHs nye anlæg i Norge. Alle tre er baseret på vaskeprocesser, som sikrer mulighed for nyttiggørelse af salte og i nogle tilfælde også metaller, og hvor restproduktet kan deponeres som ikke farligt affald. Efter udvaskning udgør restmængden ca. 80% som p.t. må deponeres som ikke farligt affald. I alle tre tilfælde arbejdes videre med nyttiggørelsesløsninger af dette i cement eller kontrolleret nyttiggørelse i anlægsarbejder.

Disse to aktuelle og tre snart fuldskalaløsninger er beskrevet i notatet sammen med de nyttiggørelsesløsninger, der arbejdes med for gips samt minimeringsløsning for filterkage.

Særligt skal nævnes, at branchesamarbejdet har vurderet, at der ikke er grundlag for at igangsætte store nye teknologiudviklingsprojekter set i fht. de store summer, som de toneangivende virksomheder inden for området allerede har investeret i de 3 nævnte vaskeprocesser.

Endelig har der været vurderet en simpel "back up"-løsning i form af deponering af cementstabiliserede restprodukter. Det er en ren deponiløsning med fremtidig forventet udvaskning af de miljøfarlige stoffer fra produkterne, og anses derfor alene som en nødløsning, der kan anvendes kortvarigt, hvis alt andet glipper.

Parallelt hermed har DRH og NOAH i fællesskab og efter aftale med MST igangsat en undersøgelse af, om eksisterende danske deponier vil kunne modtage filterkage og gips – også som nødløsning idet de nuværende løsningsmuligheder med deponering/nyttiggørelse i Norge/Tyskland anses for miljømæssigt bedre. Denne afrapporteres i januar 2024.

I dette skema er teknologer og status opsummeret.

Rest-produkt	Nye fuldskala løsninger	Udviklingsprojekter	Ikke igangsat
Flyveaske 48.000 ton	Fra 2024: Vaskeproces – salte og deponi som ikke farligt affald (Halosep, NOAH, Ragnsells) Fremtid: Kontrolleret nyttiggørelse <ul style="list-style-type: none"> • Beton e.lign. • Opfyldning 	"Simple" nødløsninger – som deponi Mængdeminimering ved kedelasse fra 2./3. træk i slagge	Nyttiggørelses-teknologier Miljøvurdering Påvirkning ved anden affalds-sammensætning
RGP 30.000 ton	Også egnet til vaskeprocesser Bedst til syreneutralisering	Sammensætning og kvalitet af RGP Reducere ved at recirkulere og minimere overskudskalk i RGP-en	
Gips 7.500 ton	Gips fra 7 ud af 9 anlæg forventes genanvendt i 2025 - resten på sigt Enkelte kan afsætte til jordbrugsformål	Forhandlinger om genanvendelse med aftagere og myndigheder Afklaring barrierer og kvalitet ved genanvendelse er delvist igangsat som individuel assistance til anlæggene	
Filterkager 7.000 ton	Mulig fremtidig minimering inkl. LCA-vurdering	Klassificering filterkager fra våd røggas-rensning Minimering af flyveaskeandel	

I de kommende afsnit er mere detaljeret beskrevet branchesamarbejdet samt de forskellige teknologier, som allerede findes eller er i proces. Afslutningsvist er indsat i kapitel 10, 11 og 12 en beskrivelse af de 3 nye vaskeprocesser. Denne beskrivelse er udarbejdet af de 3 virksomheder, som står for behandlingsløsningerne: NOAH, Ragnsells og Stena.

3. Branchesamarbejdet om nyttiggørelse

I 2019 viste et projekt finansieret af en række danske affaldsenergianlæg, at både nyttiggørelse i tyske saltminer og til syreneutralisation på Langøya på både kort og langt sigt er fuldt forsvarligt og miljømæssigt konkurrencedygtigt og acceptabelt – også set i forhold til alle kendte potentielle nyttiggørelsesteknologier.

Mhp. at understøtte den cirkulære økonomi indgik hovedparten af de danske affaldsenergianlæg i 2019 i et branchesamarbejde, der har som sine primære formål at øge nyttiggørelsen af restprodukterne fra røggasrensningen og minimere mængderne. Sekundært ønskes udvikling af backup til de eksisterende løsninger. Rapporteringen sker i form af årlige statusmøder, og der henvises til DRH's hjemmeside (www.drh-amba.dk/indsigt/), hvorfra statusnotaterne kan downloades.

I alt deltager 21 af de 22 danske Affaldsenergianlæg i brancheprojektet, ligesom det er lykkedes at få tilslutning fra rådgivere og universiteter. Projektet finansieres udelukkende af branchen selv med et projektbidrag på 10,- kr./t restprodukt svarende til godt 900.000,- kr/år + egen tid.

Projektet skal bidrage til vidensopbygning for alle interessenter i branchen, og danske myndigheder (bl.a. Miljø- og Energistyrelsen) er inviteret til at deltage som observatører. Der er nedsat en række arbejdsgrupper, der arbejder med forskellige aspekter af nyttiggørelsen, der henvises til nedenstående idekatalog.

Projekterne i idekataloget prioriteres og igangsættes løbende af en styregruppe ud fra behov, relevans og finansieringsmulighed. Det er således ikke sikkert, at der bliver finansiering til at igangsætte samtlige forslag i kataloget.

Der arbejdes efter målene (i ikke prioriteret rækkefølge):

- Reduktion af mængder (lavere kalkoverskud i RGP, klar definering af skillelinjen mellem slagge og aske eller mindre flyveaske i filterkagerne)
- Renere produkter (øget mulighed for nyttiggørelse eller alternativt nedklassificering af fareklasse)
- Nyttiggørelse eller nyttiggørelse

3.1. Arbejdsgruppe Flyveaske

Titel	Beskrivelse	Budget, DKK	Involverede	Tidsplan
Opdatering LCA og feasibility flyveaske	Vurdering af nyttiggørelsesteknologier for flyveaske, opdatering af LCA og businesscase	ukendt	Rambøll, DTU Miljø	(endnu ikke igangsat)
Muligheder for påvirkning før restprodukt	Undersøgelse af mulighed for at påvirke farlighed af flyveaske ud fra ændring i affaldssammensætningen	ukendt	COWI	(endnu ikke igangsat)
Generel vidensopbygning	Fastlæggelse af evalueringskriterier for nyttiggørelse af restprodukter samt redegørelse for spredning og miljøpåvirkning ved udvalgte håndteringsmetoder for flyveasken.	250.000	Janus Kirkeby, Tore Hulgaard	(endnu ikke igangsat)
Karakteristika og fordeling 2./3.-træk slagge	Kortlægning af potentialer for, og eventuelle konsekvenser for miljø og sammensætning af	450.000	Janus Kirkeby, Tore Hulgaard	2022-08 til 2024-12

	slaggen, ved at sende 2./3.-træks slagge fra forbrændingsanlæg tilbage til slaggen			
Test af alternative behandlingsløsninger	Vurdere potentialet for "simple" behandlingsløsninger for flyveasken som alternativ til de mere "etablerede" og typisk mere komplekse løsninger.	475.000	Janus Kirkeby, Tore Hulgaard	2022-05 til 2024-12
Specifikation for automatisk prøvetagning af flyveaske	Specifikation af udstyr til prøvetagning af flyveaske på ARC, samt en vurdering af ændringer for tilpasning på andre anlæg	31.500	Dorthe Lærke Tore Hulgaard	2022-12 til 2024-03

3.2. Arbejdsgruppe Tørre og Semi-tørre røggasrensingsrestprodukter

Titel	Beskrivelse	Budget	Involverede	Tidsplan
Restproduktanalyse og systemoptimering	Undersøgelse af sammensætningen af restprodukter fra anlæg med tør og semi-tør røggasrensning, og eventuel korrelation med kvalitet af anvendte råvarer.	124.750	Jeppe S. Elvang Tore Hulgaard	2022-08 til 2024-12

3.3. Arbejdsgruppe Gips

Titel	Beskrivelse	Budget	Involverede	Tidsplan
Assistance nyttiggørelse af gips – fase 1			Christian Riber	
Assistance nyttiggørelse af gips – fase 2	Assistance til forhandlinger med aftagere af gips samt definition af gipskvalitet og kvalitetssikring ved nyttiggørelse	270.000	Jonas Nedenskov Kim Brinck Tore Hulgaard	2021-05 til 2024-06
Udfordringer i nyttiggørelse af gips	<ul style="list-style-type: none"> Karakteristik af anlægsspecifik gipsproduktion Barrierer for nyttiggørelse Løsningsforslag til at fjerne barriererne Test af tekniske løsninger Budget og tidshorisont for nyttiggørelse 	264.500	Jonas Nedenskov Kim Brinck	(endnu ikke igangsat)

3.4. Arbejdsgruppe Filterkage

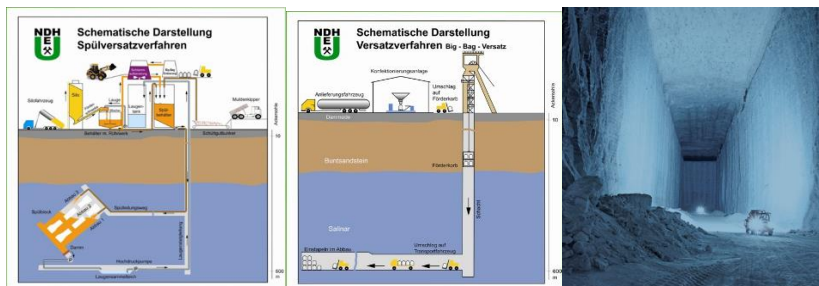
ATR nr.	Titel	Beskrivelse	Budget	Involverede	Tidsplan
14	Klassificering af filterkager og systemoptimering	Vidensopbygning omkring indhold og klassificering af filterkager fra anlæg med våd røggasrensning	165.500	Niels Kallehauge Tore Hulgaard	2023-11 til 2024-10

4. Nyttiggørelse i tyske saltminer

Efter tysk lovgivning skal alle restprodukter (RGP, flyveaske, gips og filterkager) fra de tyske affaldsenergianlæg nyttiggøres / deponeres i "saline strukturer".

I praksis anvendes tidligere miner i salthorste, hvor der har været udvundet kalium, natrium og magnesium. Der er derved fremkommet store hulrum mellem 500-800 m under jordoverfladen. Da salt er plastisk, vil disse hulrum over tid styrte sammen og minerne har derfor, i det omfang der er byer, hovedveje eller floder over minerne, et pålæg om at sørge for opfyldning af disse hulrum. Brug af restprodukter til stabilisering kan derfor karakteriseres som nyttiggørelse.

Fysisk kan der både være tale om "bugtende gange" fra kalium/natrium udvinding, hvor man har fulgt et specifikt lag i saltet og egentlige hulrum på op til 30 x 40 x 600 m fra udvinding af Natriumsalte.



Proces:

Processen for at få restprodukterne ned i minerne er forskellig fra mine til mine, men man opblander typisk restprodukterne med en mættet saltopløsning og derefter pumpes blandingen ned til spulefelter nede i minen gennem op til 5 km lange rør, askerne sedimenterer her og saltopløsningen genanvendes. Alternativt "styrtes" befugtede restprodukter ned gennem lodrette skakter eller alternativt hejses de ned i minen i big bags eller andre beholdere og nyttiggøres i specielle områder herfor.

Status:

Teknologien er fuldt kommerciel tilgængelig og har været anvendt i mange år. Man tager imod alle typer restprodukter fra Affaldsenergianlæggene men også andre industrielle affaldstyper.

Der skal for hvert enkelt restprodukt og mine udarbejdes en såkaldt "Bergbautauglichkeitsgutachten" hvor restproduktets bæreevne og risiko for at udvikle giftige eller eksplosionsfarlige gasser dokumenteres. Restprodukterne erstatter i det omfang der kan dokumenteres en bæreevne, andre jomfruelige fyldmaterialer og der kan udstedes et behandlingsbevis efter operationskode R11.

Nyttiggørelse dybt inde i ca. 250 mio. år gamle salthorste vurderes som værende miljømæssigt særdeles sikkert ligesom anvendelse af hjælpestoffer til processen er lavt.

Fremtid:

Der foregår stadig udvinding af salte fra flere af minerne og disse har groft sagt ubegrænset kapacitet under jorden, den begrænsende faktor er kapaciteten på skakten eller de rør hvorigennem restprodukterne pumpes ned i minen.

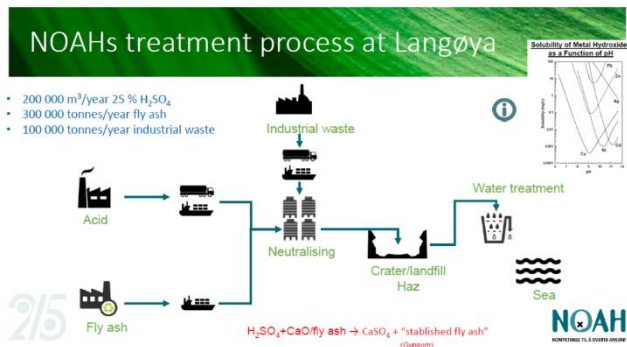
I disse år er der opstået konkurrence om kapaciteten, idet anlæg fra både D, NL, F, I og DK ønsker at levere til minerne, så vi oplever, at minerne i udstrakt grad trækker sig fra det nordiske marked. Historisk set er ca. 50% af de årlige mængder restprodukter fra danske affaldsenergianlæg nyttiggjort i tyske saltminer.

5. Nyttiggørelse til neutralisering af syreaffald på Langøya

Historisk set er de resterende ca. 50% af de årlige mængder af restprodukter fra de danske affaldsenergianlæg sendt til nyttiggørelse i et tidligere kalkstensbrud på øen Langøya beliggende ud for Holme Strand i Oslofjorden.

Proces:

Restprodukternes udnyttes her til neutralisation af syrer fra norsk industri og den dannede blanding af gips og flyveaske slutdeponeres i et tidligere brud for kalksten på øen.



Status:

NOAH har nyttiggjort restprodukter på Langøya i over 25 år, og da der kun kan deponeres nyttiggjort materiale under havvandsniveauet, er deponierne ved at være opbrugt.

Da man har anvendt restprodukterne til syreneutralisation kan udstedes et behandlingsbevis efter operationskode R5.

Fremtid:

NOAH har de seneste år klart tilkendegivet at kapaciteten på Langøya kan forventes værende endelig opbrugt omkring 2030 og man har derfor arbejdet intensivt på at få tilladelse til at slutdeponere restprodukter fra Langøya i et andet tidligere kalkstensbrud "Brevik", men dette projekt er indstillet.

NOAH har derfor udviklet sin egen vasketeknik for restprodukterne, hvorfra det resterende restprodukt (75-80% af den indgående flyveaskemængde) nu kan karakteriseres som ikke-farligt affald.

Der vil derfor være mulighed for i fremtiden at kunne deponere produktet på et konventionelt affaldsdeponi.

De følgende afsnit 7-9 er formuleret af de tre procesudviklere: NOAH, Ragn Sells og STENA.

6. Gips til gipspladeproduktion

Proces-/anlægsbeskrivelse

Gipsen anvendes sammen med naturgips, gips fra genbrugsstationer og anden afsvovlingsgips til produktion af gipsplader. Kvalitetskravene svarer til det der i retningslinjerne for god forvaltningspraksis for bygge- og anlægsarbejde (<https://dakofa.dk/oevrige/baaps/>) karakteriseres som uforurennet affald. Desuden er fastsat kvalitetskrav for klorid og vandindhold. Gipsen skal klassificeres med EAK-kode 19 01 99.

Status

Ét anlæg sender i dag alt gips til produktion af gipsplader. Yderligere to anlæg opfylder kvalitetskravene men afventer myndighedsbehandlingen. Fem anlæg er på forskellige stadier i optimerings- / godkendelsesprocessen. På sigt bør seks af ni gipsproducerende anlæg kunne levere en tilstrækkelig god kvalitet gips til genanvendelse baseret på eksisterende anlægsopbygning.

Fremtid

Virksomheden, der i dag modtager gipsen, flytter produktionen til udlandet, hvorfor det i øjeblikket sammen med virksomheden undersøges, om gipsen kan anvendes i virksomhedens produktion i Norge og/eller Tyskland.

7. Gips til jordforbedring

Proces-/anlægsbeskrivelse

Gipsen nyttiggøres som svovlkilde til jordforbedringsprodukt. Gipsen blandes med biomasseasker. Virksomheden modtager gipsen i DK og eksporterer den til Polen, hvor produktionen sker. Der sker ikke yderligere behandling af gipsen. Producentens kvalitetskrav er fastsat ud fra, at jordforbedringsproduktet skal overholde kravene i affald til jord-bekendtgørelsen. Gips udgør kun en mindre andel af jordforbedringsproduktet, hvorfor kvalitetskravet for enkelte parametre er 2,5 gange affald til jord-bekendtgørelsens krav.

Branchesamarbejdet har besluttet at skærpe kvalitetskravene således, at gips til jordforbedring skal overholde kravene i jord-bekendtgørelsen uanset, at det kun udgør en del af det endelige produkt. Gipsen skal klassificeres med EAK-kode 19 01 99.

Status

Løsning er i drift, og der er indgået en rammeaftale, der p.t. anvendes som backup for de anlæg, der leverer til nyttiggørelse i produktion af gipsplader. Løsningen har den fordel, at der ikke er kvalitetskrav for klorid og vandindhold, der er der ofte er parametre, der forhindrer nyttiggørelse i gipspladeproduktion.

Fremtid

Der foreligger ikke oplysninger, der indikerer nogen form for udløbsdato eller kapacitetsbegrænsninger i form af mængdebegrænsninger relateret til logistik og/eller efterspørgsel af slutprodukt.

8. Filterkager

Proces

Når flyveasken er fjernet i elektrofiltret/posefiltret, vaskes røgen i en såkaldt skrubber med vand, der absorberer de sure gasser - bl.a. HCl og HF - samt de fleste af de luftformige metaller i røgen. Vandet føres til et rensningsanlæg, hvor metallerne udfældes ved hjælp af kemikalier. Herved opstår spildevandsslam, som presses i en såkaldt kammerfilterpresse eller et båndfilter. Det afvandede produkt – filterkage - har konsistens som vådt ler og indeholder en forholdsvis stor mængde tungmetaller



Status

Filterkagerne fra Affaldsenergianlæggenes spildevandsbehandlingsanlæg indeholder ingen restkalk og må derfor i dag nyttiggøres ved opfyldning af tyske saltminer eller deponeres på Langøya. Processerne fremgår af de tidligere afsnit om disse anlæg.

Fremtid

I det fælles udviklingsprojekt for nyttiggørelse af restprodukterne arbejdes på dels at minimere mængderne og farlighedsklassificeringen af filterkager ved at:

- Minimere iblanding af flyveaske
- Større kendskab til mineralandelen i den kalk der anvendes til afsøvlingen
- Nærmere forståelse af analysen af filterkagerne

Der er en begrundet tro på, at filterkagerne fra i hvert fald nogle anlæg allerede i dag vil kunne klassificeres som værende ikke farligt affald.

9. Deponering af gips og filterkager i Danmark

DRH/NOAH har efter aftale med Miljøstyrelsen i sommeren 2023 givet DWS i opdrag at belyse de danske affaldsdeponiers kapacitet og muligheder for at modtage gips og filterkager.

Slutrapporten forventes at foreligge ultimo januar 2024.

10. NOAH investerer MNOK 500 i nyt behandlingsanlæg

Proces-/ anlægsbeskrivelse:

(se procesdiagram nedenfor)

På Langøya har NOAH Solutions ('NOAH') to opgaver:

- a. Uskadeliggøre/stabilisere farligt affald
- b. Genopbygge og tilbageføre Langøya til udgangspunktet fra før udtag af kalksten blev påbegyndt

NOAH behandler primært flyveaske (farligt affald, FA) som, pga. indholdet af calcium (basiske egenskaber) neutraliserer forurenede svovlsyre fra norsk industriproduktion + andre restfraktioner fra forbrændingsanlæg. I tillæg behandles FA fra norske industribedrifter, primært smeltværksindustrien. I processen bindes tungmetaller kemisk således at udvaskning fra slutproduktet reduceres betydeligt. Da NOAH på Langøya behandler affald med affald, er der tale om nyttiggørelse (R5 ref. Affaldsbekendtgørelsen). Ud fra neutralisation af flyveaske med syre, produceres en filterkage, som overholder kravene til Ikke Farligt Affald (IFA) på udvaskning. Det betyder at denne filterkage kan slutdisponeres på Langøya over havniveau i godkendt område for IFA.

Naturrestauring og genopbygning af Langøya er endemålet for driften på øen. Hele den nordlige del af øen er allerede restaureret og her er der fri adgang for offentligheden.

Status

Via neutraliseringsprocessen produceres der i dag allerede en gips med egenskaber som beskrevet ovenfor. Filterpresse for mekanisk afvandning af gips og produktion af filterkage (se billede) sættes i drift Q1 2024. Herved bliver det muligt at genopbygge Langøya ved brug af filterkage over havniveau.



Fremtid – filterpresse, Farligt affald (FA) til ikke farligt affald (IFA)

Filterpressen idriftsættes Q1 2024, og filterkagen fra denne proces kan nyttiggøres på Langøya min. frem til 2030.

Et flerårigt studie har vist, at den producerede filterkage kan klassificeres som IFA, dvs. NOAHs proces på Langøya omdanner FA til IFA.

Herudover arbejder NOAH bl.a. på følgende udviklingstiltag:

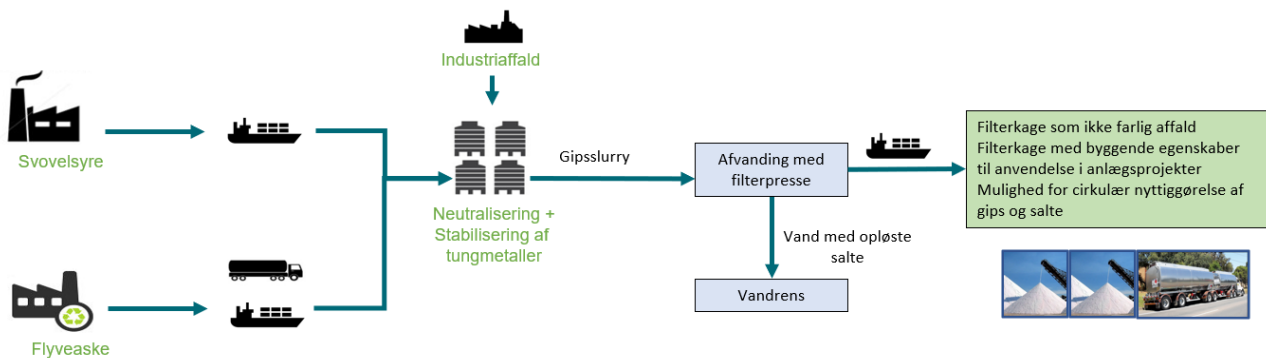
- c. Produktion af filterkage med byggende egenskaber til infrastrukturprocesser (eks. Lynetteholmen) → reduceret deponibehov
- d. Produktion af gips som råstof til cementproduktion → reduceret deponibehov
- e. Levering af gips til produktion af f.eks. gipsplader og/eller som råstof til cementproduktion → reduceret deponibehov

f. Færdigrestaurering af Langøya, i alt 83 hektar ny natur

Omklassificering af den producerede filterkage fra FA til IFA gennemføres af et eksternt konsulentbureau, og omhandler bl.a. test ud fra HP1 - HP15. Når EAK-koden for filterkage_{IFA} er på plads, er der planlagt forsøg med eksport af filterkage som IFA og senere som (nyttiggørelse af) byggende masser, hvilket forventes at ske i løbet af 2024/25.

NOAH investerer årlig ca. MNOK 20 i forskning og udvikling, dette hovedsageligt knyttet til nyttiggørelsesprocesser fra affaldsfraktioner vi modtager i dag. I tillæg til egen investering, kører NOAH et større udviklingsprojekt, som medfinansieres af Norges Forskningsråd. Primo 2024 planlægges det at etablere et Kompetencecenter på Langøya. Dette for at videreudvikle kundesamarbejdet på igangsatte og kommende nyttiggørelsesprojekter.

Samlet set vil de nævnte procesændringer og udviklingsforløb på den kortere bane resultere i et reduceret kapacitetsbehov på Langøya. På den lidt længere bane forventer NOAH at kunne frigøre sig helt af afhængigheden af kapaciteten på Langøya.



11. Ragn Sells nye proces til vask af flyveasker ”Ash2Salt”

Process

Tekniken är konstruerad för kloridhaltiga rökgasreningsrester (askor) från rökgasrening där kalcium tillförs. Men vi utvärderar andra sorters kloridhaltiga avfall, både andra sorters askor och andra avfallstyper.

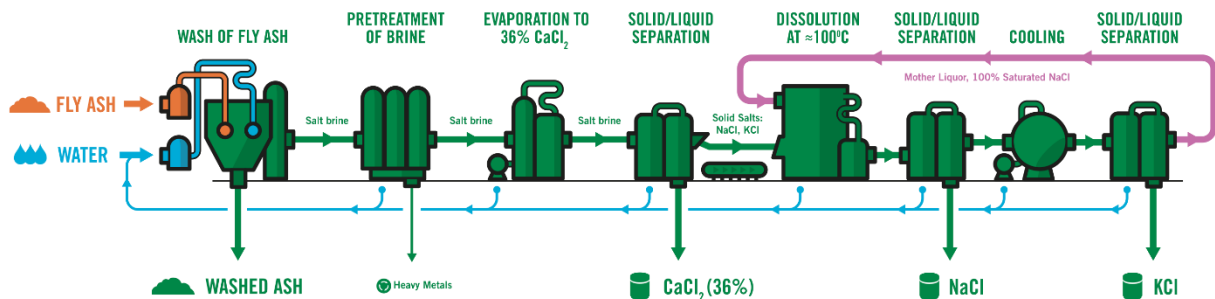
Ur askorna återvinns Kalciumklorid, Natriumklorid, Kaliumklorid och lite ammoniumsulfat. Dessa genomgår ”end of waste” och säljs som Produkter i enlighet med Reach och annan lagstiftning. Salterna från A2S har ca 90% lägre CO₂-avtryck än motsvarande konventionellt producerade salter (enligt en preliminär LCA).

Mellan 15 och 40% av inkommande aska återvinns till salter, beroende på askans kloridhalt.

Det som inte återvinns som salt är deponerbart på deponi för icke-farligt avfall (”washed ash” i bilden nedan). Arbete pågår med att nyttiggöra eller återvinna även detta material. I genomsnitt motsvarar resten, ca 80% av inkommande aska.

Processen använder inte några insatskemikalier, förutom en mindre mängd fällningskemikalier för metallrening av saltlösningen innan den går vidare till saltåtervinning.

Tekniken är utvecklad och patenterad av Ragn-Sells och dotterbolaget Easyring. Processen är designad och levererad av Hitachi Zosen Inova, HZI (som även utvecklat askbehandlingsteknikerna Fluwa och FluRec).



*"heavy metals" motsvarar <1% av ingående mängd aska. Återvinning eller deponering som Farligt avfall.-

*"water": Inkommande vatten är lakvatten och processvatten från avfallsanläggningen. Inget 'nytt' vatten förbrukas.

Status

Den första anläggningen är uppförd på Högbytorp, ca 40km väst om Stockholm. Driftsättning har pågått från mars-november 2023. Beräknas vara i full drift Q1 2024. Designkapacitet är 134000 ton aska per år.

Fremtid

Anläggning nr 1 beräknas vara i full drift Q1 2024. Kapacitet 134000 ton/år. Lokaliseringsutredning för

anläggning nr 2 i Skandinavien pågår. Önskat läge är hamnära i sydvästra Sverige, östra Danmark eller södra Norge.

HZI har köpt licensrättigheterna för tekniken i 12 Europeiska länder utanför Skandinavien.

Mer info:

[Ash2Salt \(easymining.com\)](https://easymining.com)

Eller: Jonas Wibom

Jonas.wibom@ragnsells.com



Flygbild Högbytorp A2S september 2023



Interiörbild A2S Högbytorp

12. STENAS Halosep proces til vask af flyveaske

Proces

All types of fly ash can be treated by the HaloSep process. The primary goal of the HaloSep process is to transform the fly ash from hazardous to non-hazardous waste. The treated fly ash, post HaloSep, is classified as non-hazardous waste, allowing for landfill avoidance. Currently, the treated fly ash is deposited in a non-hazardous waste landfill, but intensive efforts are underway to find industrial applications for it. HaloSep AB has three initiatives collaborating with local stakeholders in the Copenhagen area to explore industrial uses. One active avenue is incorporating it into paving stones.

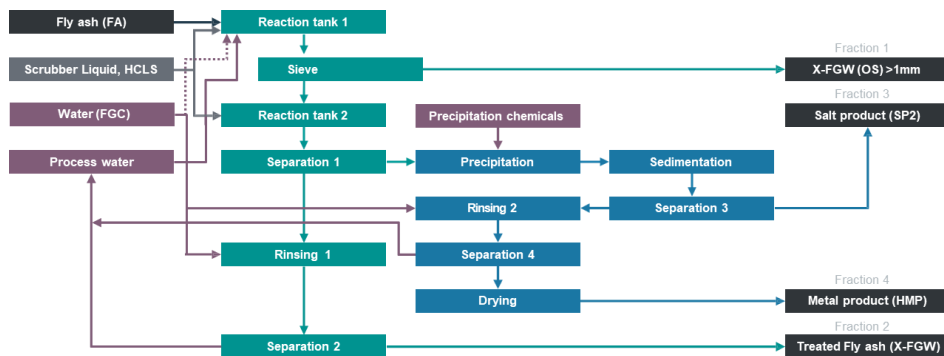


Fig. 1.

The basic idea of the HaloSep process is to neutralize two hazardous wastes generated in waste incineration plants, fly ash and acid scrubber liquid, and produce materials that can be reintroduced into the society. It should be noted that recovery of salt and heavy metals is not the primary aim of the HaloSep process, neither from an environmental or financial point of view. The most important feature of the HaloSep process is that the fly ash can be re-classified from hazardous waste (HW) to non-hazardous waste (NHW). The HaloSep process is commercialized and marketed by the company HaloSep AB, as part of the Stena Metall Group.

Figure 1 shows a simplified schematic flowchart of the HaloSep process. The process consists mainly of tanks with agitators, 4 filtration/separation stages, a sieving unit, and a drying unit. In Reaction Tank 1, fly ash is mixed with process water and acidic scrubber liquid. The neutralization is kept at a pH of around 4. At these conditions certain species of heavy metals are effectively dissolved. It is the removal of these species that allow for a non-hazardous waste classification of the treated fly ash (X-FGW, treated flue gas waste). When the acid leaching process is finalized, the slurry is led through a sieve which removes all particles above 1 mm in size. This removes much of residual unburnt particles or any formed agglomerates.

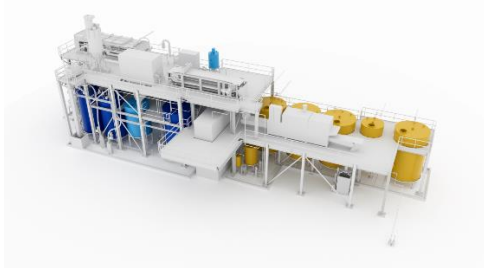
The removal of the Oversize (Fraction 2, OS) fraction lowers the total organic carbon (TOC) content of the treated fly ash and enhances filtration and de-watering properties of the suspension. After sieving, the slurry is transported to a second reaction tank (Reaction Tank 2) where the pH is adjusted further. The slurry is then transported to a band filter (Separation 1) where the undissolved fly ash is separated from the filtrate. There are some residual salts in the filter cake which needs to be removed for the filter cake to be an attractive material for industrial use. This is performed in a rinsing stage (Rinsing 1), with subsequent dewatering in a filter press (Separation 2). The final product is a mineral fraction (treated fly ash) called X-FGW (Fraction The filtrate from Separation 1 is then treated to precipitate the dissolved heavy metals. The pH is increased by adding calcium hydroxide $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and sodium hydroxide (NaOH). This will cause, a

majority of the heavy metals to precipitate as solid metal hydroxides. Any residual heavy metals are precipitated with the precipitation agent, TMT15.

The solid metal hydroxides are allowed to sediment before being dewatered in a filter press (Separation 3). To remove remaining chlorides from the metal hydroxide filter cake a rinsing stage (Rinsing 2) is put before a band filter (Separation 4). The filter cake from Separation 4 is subsequently dried in a tunnel oven. The dried filter cake is the metal product (HMP), Fraction 4. The filtrate from Separation 3 is the salt product SP (Fraction 3). SP2 will be a liquid salt product (salt brine) where metals have been removed. The salt concentration is 6 – 12 % depending on operation conditions.

Status

HaloSep AB, a part of Stena Metall AB, is responsible for marketing and constructing HaloSep facilities. The company, based in Gothenburg, Sweden, employs 9 people. Currently, there are two HaloSep facilities: LIFE HaloSep at Vestforbrænding in Copenhagen and HaloSep PORT in Gothenburg. LIFE HaloSep is designed to treat all fly ash (13,000 tons/year) produced at Vestforbrænding and has been operational since 2021. HaloSep PORT is a developmental facility for running projects and conducting tests with customer ash, with a capacity of 50kg of fly ash per hour.



LIFE Halosep



HaloSep PORT



Future perspectives

The HaloSep process is designed to handle all fly ash produced at a waste incineration plant. If the facility is located inland, meaning without access to a saltwater recipient, a salt recovery facility may likely need to be added nearby. This addition would allow for the recovery of NaCl and KCl fractions from the water generated by the HaloSep facility. To make the treated fly ash attractive for industrial use, it needs to be introduced to the market as a dry powder. Both of these are additional processes that can be incorporated into the standard implementation of HaloSep.

One key success factor for HaloSep is achieving end-of-waste status for its fractions. Currently, there are few material-specific end-of-waste criteria in Denmark, requiring reliance on the waste directive's four general end-of-waste criteria. Dialogue with authorities will become increasingly important to find solutions that foster circular business models.

13. Bilag - danske restprodukter

Nedenstående tabel gengiver de totalt producerede mængder af restprodukter i Danmark fra 2022, som er de mest aktuelle tal.

Data er baseret på DRH's registreringer for anlæggene:

- Nordværk Ålborg og Hjørring,
- KVV Thisted
- Måbjerg Energy Center
- Års Fjernvarme
- Hammel Fjernvarme
- Kredsløb Skanderborg
- Kredsløb Aarhus (som dog ikke var med i DRH i 2022)
- Energnist Esbjerg og Kolding
- Sønderborg Kraftvarme
- Fjernvarme Fyn
- Svendborg Kraftvarmeværk
- Affald Plus Næstved og Slagelse
- Vestforbrænding
- Norfors
- BOFA

Suppleret med indhentede data fra:

- ARC
- Frederikshavn
- Horsens Fjernvarme
- REFA

Som ikke er i DRH's ejerkreds.

Restprodukter 2022	flyveaske t	RGP t	gips		filterkager t	SUM t
			deponeret t	nyttiggjort t		
DRH værker incl Kredsløb	42.445	23.402	5.008	459	4.652	75.966
Ikke DRH værker	5.913	6.185	2.000	-	918	15.016
SUM	48.358	29.587	7.008	459	5.570	90.982

1) En mindre mængde Halosep restprodukt produceret i 2022 på ca. 250 t indgår ikke i filterkagefraktionen.

2) Hertil kommer industriel produktion af restprodukter fra f.eks. SWS, Fortum, Valdemar Birn, Rockwool, Aalborg Portland m.fl.