

Farlig avfall og det sirkulære samfunn

Behandlingsmetoder for flyveaske

NOAH-konferansen 2019
Quality Hotel Expo 06.03.2019

Morten H. Soma
Avdeling Fjernvarme og fornybar energi
Norsk Energi

Norsk Energi



- Etablert 1916 under navnet Norsk Dampkjelforening
- Stiftet av treforedlingsindustrien for å ta hånd om energispørsmål på vegne av medlemmene
- Forening - har i dag ca. 90 medlemmer
- Hovedkontor i Oslo, og kontorer i Bergen, Gjøvik og Stavanger
- Fungerer i praksis som ordinær rådgiver innen energi, miljø og sikkerhet samt prosess/teknologi

Behandlingsløsninger for flyveaske

Oppdragets omfang og begrensinger

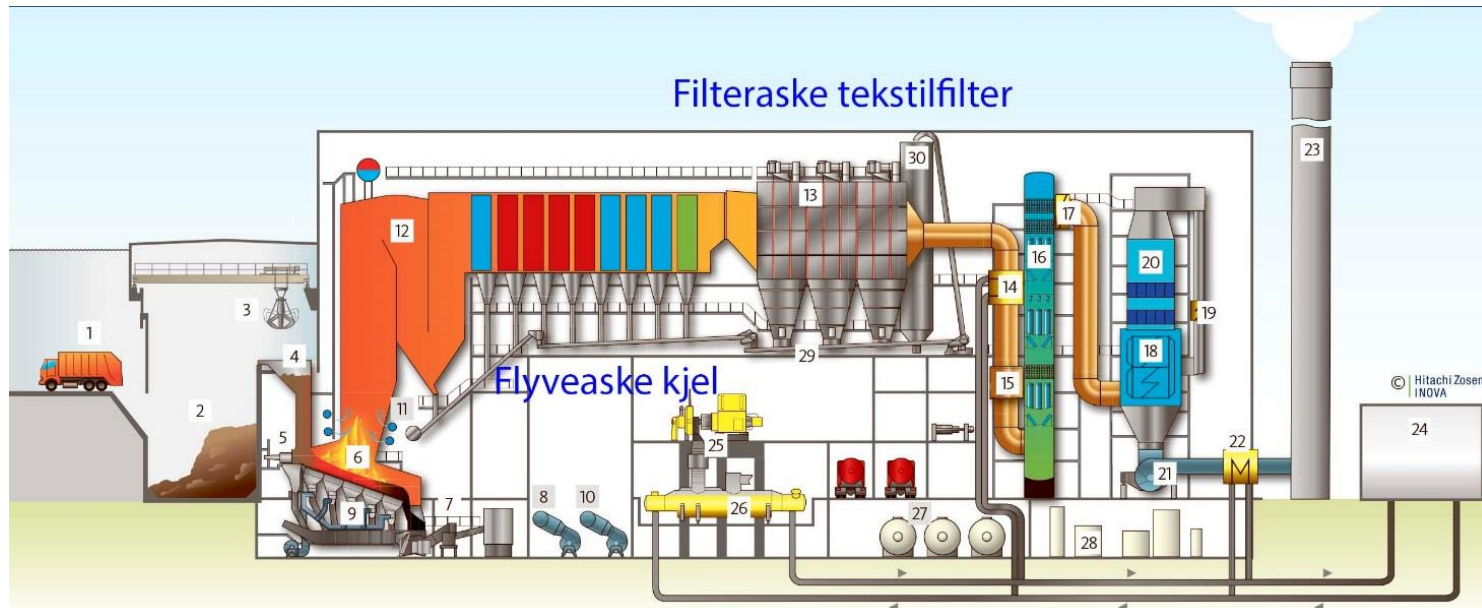
- Behandlingsmetoder for flyveaske – oppdrag gitt av NOAH AS i 2018
- Gi en oversikt over og kortfattet presentasjon og vurdering av eksisterende og nye teknologier for behandling av flyveaske som kan bli tilgjengelige i løpet av de nærmeste årene
- Presentere/vurdere de mest relevante for Norge
- Vurdere/evaluere spesifikke parametre
- De enkelte teknologiene/løsningene er plukket ut av Norsk Energi
- NOAH har ikke fremskaffet dokumentasjon utenom om egen prosess
- NOAH har ikke påvirket innholdet – alle vurderinger er NE sine
- Vurderingen som ble gjort vurderes av Norsk Energi fremdeles å være gyldige

Hva er "flyveaske"?

- Det som kalles flyveaske er kjelaske men også røykgassrester (RGR)
- Flere hundre ulike strømmen vil bli mottatt ved eventuelt sentralt behandlingsanlegg
- Eksempel på restprodukter som blir benevnt som flyveaske
 - Flyveaske fra kjel
 - Flyveaske fra elektrofilter
 - Flyveaske fra tekstilfilter med kun partikkelrensing
 - Flyveaske/RGR fra tekstilfilter, der en har injisert kalk og/eller aktivt kull
 - Filterkaker fra kjemiske gassrensaneanlegg
- Ulike typer aske og RGR er ofte blandet sammen

En må finne løsninger for alle disse fraksjonene

Avfallsforbrenningsanlegg – ristovn (L3 KEA)



Filterkaker kjemisk gassrensing

Waste receiving and storage	Combustion and boiler	Flue gas treatment	Energy recovery	Residue handling and treatment
1 Tipping hall	4 Feed hopper	13 Electrostatic precipitator	24 District heating system	27 Waste water tanks
2 Waste pit	5 Ram feeder	14 Economiser 1	25 Extraction condensation turbine	28 Waste water treatment
3 Waste crane	6 Hitachi Zosen Inova grate	15 Quench	26 Hot water condenser	29 Ash conveying
	7 Bottom ash discharger	16 Wet scrubber (4 stages)		30 Ash silo
	8 Primary air fan	17 Flue gas reheater 1		
	9 Primary air distribution	18 Gas/gas heat exchanger		
	10 Secondary air fan	19 Flue gas reheater 2		
	11 Secondary air injection	20 SCR-Catalyst		
	12 Four-pass boiler	21 ID-Fan		
		22 Economiser 2		
		23 Stack		

Hvem leverer flyveaske og RGR til behandling?

- Norske avfallsforbrenningsanlegg (17 stk.)
- Svenske og danske avfallsforbrenningsanlegg
- RT-flisanlegg (Bodø, Eidsiva-Gjøvik, Vardar-Follum etc.)
- Industrielle forbrenningsanlegg for avfall (Skogn, Saugbruks etc.)
- Rene trebrenselanlegg (flyveaske fra enkelte av dem)

En bør finne løsninger for alle produsentene av RGR

Utfordringer ved vurderinger

- Aktørene holder kortene tett til brystet
 - Hva som slipper ut av info er styrt av aktørene
 - Aktørene forkuserer på positive sider av sine løsninger
 - LCA – valg av forutsetninger og gjennomføring av allokering for strømmer
 - Utredninger om teknologiene er ofte styrt av aktørene og gjennomført av personer med begrenset erfaring (i enkelte tilfeller studentoppgaver)
-
- Naturlovene er imidlertid uforanderlige
 - De fleste teknologiene har heldigvis felles elementer (eksempler)
 - Vasking med vann eller syre
 - Ulike stabiliseringsteknologier
 - Felling
 - Flokking
 - Nøytralisering
 - Filtrering
 - Pressing
 - Inndamping/foredling salter

Utvikling av ny teknologi tar tid

Eksempler innen forbrenningsteknologi

- W+E – Avfallsforbrenning Bielefeld 1981 (3 linjer – 400.000 tonn/år)
 - Høytemperatur korrosjon i overheter (grunnet klorsalter)
 - Kostbar ombygging av kjelen, driftsstans ved ombygging
- Avfallsforbrenning Senja avfallselskap tidlig på 1980-tallet
 - 40 mm indre diameter på røykrør i kjel – bør være minst 60 mm
 - Kjelen tett i løpet av kort tid
 - Kom aldri i regulær drift
- RT-flisanlegg – nyere tid
 - Forbrenningsrister blir ødelagt i løpet av kort tid – kostbart
 - Produsenter har erfaring fra andre typer brensel
- Uforutsette driftsproblemer kan dukke opp etter mange 1000 timers drift
- Utvikling ny teknologi krever praktisk erfaring – ikke kun teorikunnskaper
- Stor risiko å gå fra lab. til fullskalaanlegg uten lang uttesting
- Oppskalering problematisk – uforutsette ting kan skje
- Kjente metoder benyttet i ny sammenheng og/eller av aktører uten tilstrekkelig driftsmessig erfaring kan gi uventede erfaringer/resultater

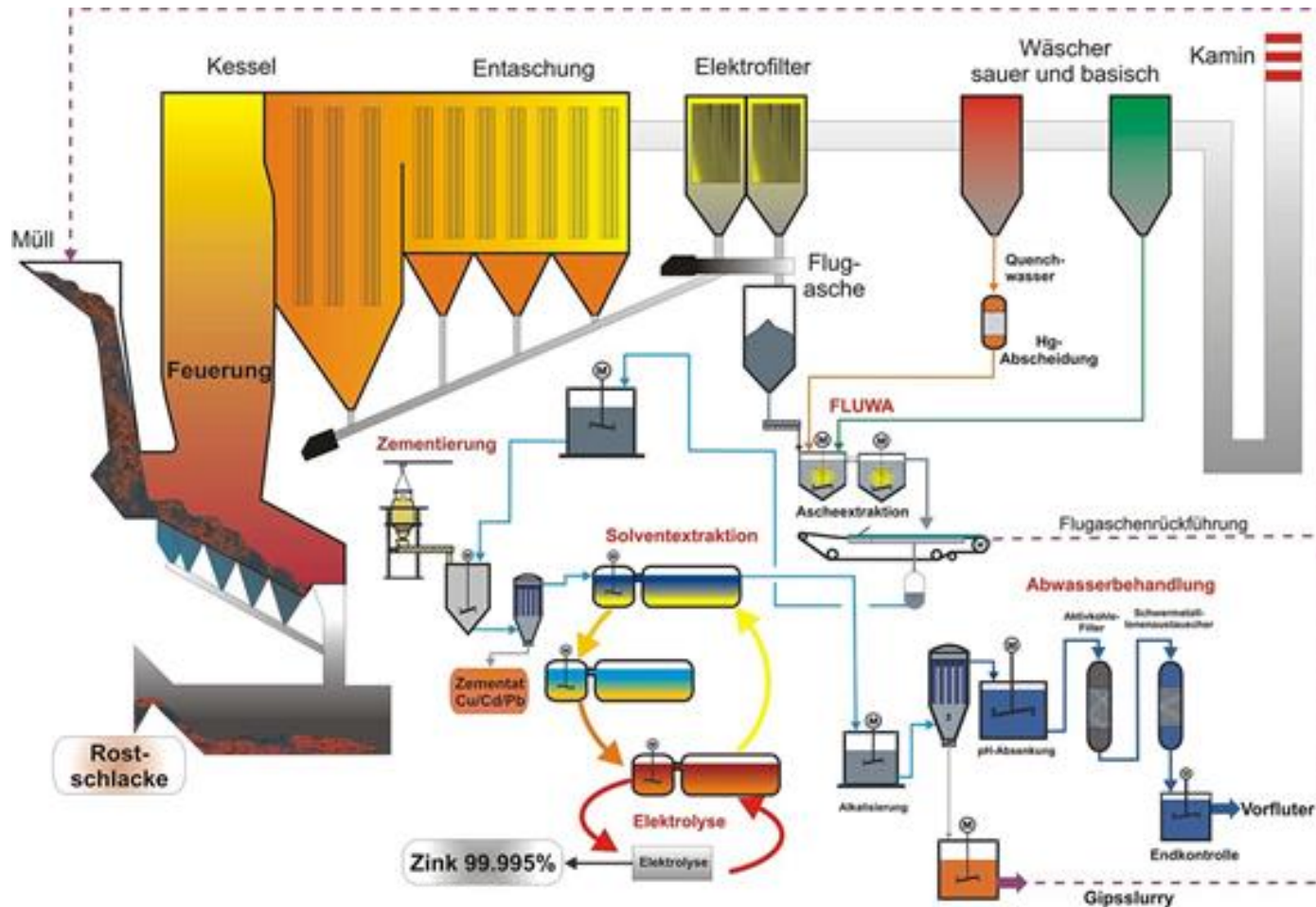
Utvikling av ny teknologi tar tid

Eksempel: Ferrox

- EU-prosjekt 1999 – 2002 (opplyst at testing i pilotanlegg var vellykket)
- *“The Ferrox-process in an industrial scale”* - Ph.D. Thesis, August 2001
- Nevnt i ISWAs posisjonsrapport fra 2003
- Livsløpsvurdering i regi av Miljøstyrelsen i Danmark i 2004
- Nevnt av utredning i regi av ISWA i 2008
- Nevnt i de fleste overordnede utredninger om RGR siden
- I dag beskrevet av B&W Vølund som WtE-modul, men også FoU – akvititet:
[http://www.volund.dk/~media/Downloads/Brochures -
_WTE/Advanced_concept_for_waste-fired_power_plants.pdf](http://www.volund.dk/~media/Downloads/Brochures_-_WTE/Advanced_concept_for_waste-fired_power_plants.pdf)
- Etter det vi kjenner til er det ikke bygget kommersielt Ferrox-anlegg ennå

Omfattende produktstraksjon gir komplekse anlegg

Eksempel: Fluwa/Flurec



Bruk av produkter fra RGR

- Myndighetsgodkjennelse nødvendig
- Aksept i markedet kan ta tid og er ikke nødvendigvis evigvarende:
 - Er produkter fra farlig avfall OK?
 - Risiko for omdømmetap hos produsenter/behandlere/brukere av produkter
- Ulik sammensetning fra ulike produsenter – må tilpasse bruk for hver produsent
- Lavere pris enn for "jomfruelige produkter" er påregnelig
- Jfr. Mattilsynets syn på bruk av bunnaske fra biobrenselanlegg rent trevirke

Eksempel: Uttalt i forbindelse med Scanarc-teknologien

Avsättning av mineralprodukt

Syftet med den foreslåtte metoden er å omvandle flygaska til en ofarlig mineralprodukt og utvinne verdemetaller som et konsentrat. Metallkonsentratet er en filterprodukt og har en tydelig og etablert marknad. Mineralproduktet er imidlertid en større utfordring da den i dette spesifikke tilfellet ikke har en etablert marknad. Under prosjektets gang har dette identifisert som en av de største utfordringene å håndtere, både det rent praktiske problemet og bransjens og myndigheters forutfattede innstilling til spørsmålet. Derfor fortjener denne spørsmålet ekstra oppmerksomhet.

Hvilke produkter kan gjenvinnes?

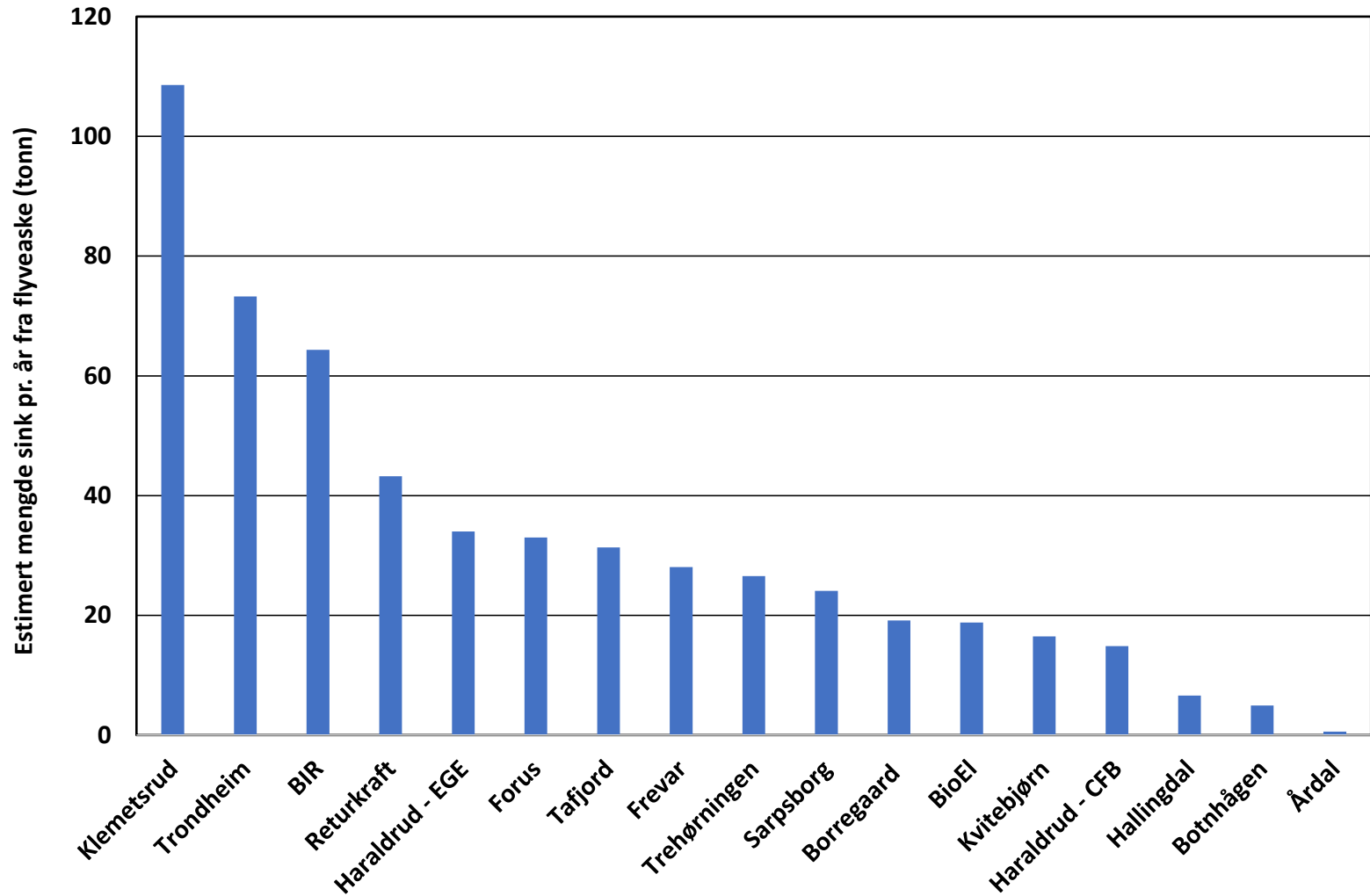
- Salter: 200-250 kg/tonn RGR
- Sink: ca. 12 kg/tonn RGR (fra metallverk)
- Sink: ca. 10 kg/tonn flyveaske (fra metallverk)
- Andre metaller: I praksis for små mengder til å være interessante
- Råvarer bygningsartikler etc. (bygningblokker o.lign.)
- Fyllmasser fra enkelte typer termisk behandling av RGR kan bli en akseptabel løsning

Hvor mye utgjør dette?

- Salter RGR: ca. 10 kg/tonn avfall
- Sink RGR: ca. 0,60 kg/tonn avfall
- Sink flyveaske: ca. 0,33 kg/tonn avfall
- Bygningsartikler/fyllmasse: Maks. 100% av RGR etter evt. uttak av annet

Verdien på produktene kan pr. i dag ikke forsvare kostnadene

Estimert sinkgjenvinning fra flyveaske norske MSW-anlegg (Basert på overslagsberegninger/nøkkeltall – 0,33 kg/tonn avfall)



Gjenvinning av sink fra RGR/flyveaske

Bolidens erfaringer/synspunkter

- Har fått mange henvendelser tidligere:
 - Har hatt for høyt innhold av halogener (klor og fluor)
 - Har ikke vært rent nok
 - Har vært for små kvanta til å være interessante
- Må ha et visst volum på en råvare; krever mottakssystem, praktisk og administrativt
- Kjemisk sammensetning er generelt viktig:
 - Sensitive for halogener (Cl og F) og nevnes som stor utfordring med flyveasker
 - Har også fokus på bl.a. Hg, Cd, Mn og Mg
 - Må ha full kjemisk analyse av metallkonsentrat
- Også opptatt av forhold som:
 - Logistikk (Emballering/transport, lagerplass, prøvetaking, innmating Boliden)
 - Offentlige godkjenninger?
 - Timebruk ved håndtering
- Verdi på metallkonsentrat vil være avhengig av en rekke forhold

Sentralisert/desentralisert behandling

- Lokale anlegg ved driftsstans?
 - Redundante delssystemer? = kostbare anlegg
 - Mellomlagring? (krever egen tillatelse og sikring mot utlekking etc.)
 - Leverer til andre (hvem)?
- Lokale anlegg ved endring i kjemien
 - Avfallet endrer seg over tid (økt gjenvinning, endring av produkter etc.)
 - Sesongvariasjoner i avfallssammensetning
 - Nye avfallsleverandører endrer avfall (anbudsprosesser for avfall til behandling)
- Kjemikompetanse og driftserfaring er nødvendig
- Store anlegg gir stordriftsfordeler og mindre sårbarhet
- Store anlegg har muligheter for å blande råvarer og produkter
- Hva skal de mindre avfallsforbrenningsanleggene gjøre uten sentrale anlegg?
- Hva med aske fra RT-flis, industrielle anlegg og enkelte biobrenselanlegg?

Vurdering av behandlingsløsninger

Sammenstilling

Metode	Utviklings- stadium	Miljø- avtrykk	Økonomi	Gjenvinning/ produkter	Samlet
Fluwa/Flurec	6 ³	5	1	3	15
Halosep ⁴	5	5	3	3	16
OiW/Norsep	2	5	3	3 ⁵	13
Carbon8/ATC	3 ⁶	0	6	9	18
Ash2salt	3	1	3	3	10
ArcFume	1	4	1	3	9
Tyske saltgruver	9	2	3	2	16
NOAH	9	6	7	1	23
Terrateam	7 ⁷	2	4	0	13
Raudsand ⁸	3 ⁹	4 ¹⁰	3	3	13

³ Gjelder Flurec

⁴ Forutsatt behandling ved det enkelte avfallsforbrenningsanlegg

⁵ Forutsatt gjenvinning av både sink og salter

⁶ Korrigert, pga. at aktuell bruk av RGR krever omfattende prosess før det evt. ville blitt godkjent i Norden

⁷ Korrigert pga. usikkerhet omkring varslede krav bunn- og sidetetting

⁸ Forutsatt bruk av Halosep behandlingsteknologi

⁹ Vanskelig å vurdere; Halosep er vurdert til 5, men det er en del usikkerhet knyttet til bruk på Raudsand

¹⁰ Uavklart mht. opprinnelse til syrer i prosessene

Oppsummering

- Kun NOAH Langøya/Langvik og eventuelt også Terrateam i Mo er tilgjengelige som behandlingsløsninger i Norge innen deponiet på Langøya er fullt i 2022
- Det vil ta mange år før en eventuelt har realisert nasjonale behandlingsløsninger i Norge som kan bli et alternativ til eller erstatte NOAHs nye konsept med behandling på Langøya og deponering i Brevik
- Sentralisert behandling har noen fordeler i forhold til lokale anlegg:
 - Kostbare og komplekse teknologier (forutsatt produktekstraksjon)
 - Stordriftsfordeler, kompetanse og sårbarhet
 - Store volumer og mange ulike inngående fraksjoner gir bred erfaring
 - Må også finne løsninger for de mindre anleggene og andre typer anlegg enn MSW
 - Må tilfredsstillende miljøkrav
 - Produkter som er interessante for markedet (tilstrekkelige volumer)
 - Sentraliserte løsninger medfører også muligheter for optimalisering og gradvis innfasing av teknologier for gjenvinning av ressurser i RGR
- Noen aktører fokuserer kun på deler av behandlingsløsningen/verdikjeden og/eller enkeltfraksjoner – kun flyveaske/ikke alle typer RGR
- Usikkerhet mht. kvalitet på sinkkonsentrat for noen behandlingsløsninger

Oppsummering

- Selv om flere aktører har arbeidet i mange år med teknologier for produktekstraksjon, har kun én teknologi med produktekstraksjon kommet i kommersiell drift, dvs. den sveitsiske FLUWA/FLUREC-prosessen, der behandlingskostnadene er svært høye. Realiseringen av denne behandlingsløsningen har kun vært mulig pga. at Sveits, som det eneste landet i Europa, har lovpålagt produktekstraksjon
- Behandlingsløsninger med vidtgående produktekstraksjon (metaller og salter) medfører pr. i dag svært høye behandlingskostnader og et høyt energiforbruk samt et usikkert inntekspotensiale
- For løsninger med produktekstraksjon knytter det seg stor foreløpig usikkerhet pga. tidkrevende prosesser med dokumentasjon, godkjenning og markedsaksept
- Inntil en eventuelt har dokumentert produktkvaliteten og sikret avsetning for saltprodukter, bør behandlingsanlegg med saltekstraksjon helst ligge ved en saltvannsresipient, da det er neppe aktuelt å bygge opp langtidslager for saltprodukter inntil markedet er klar for å ta imot disse
- Bruk av produkter fra RGR i byggevarer og til oppfylling vil neppe være mulig i Norden (og i EU generelt) de nærmeste årene. Mulig unntak er etter termisk behandling