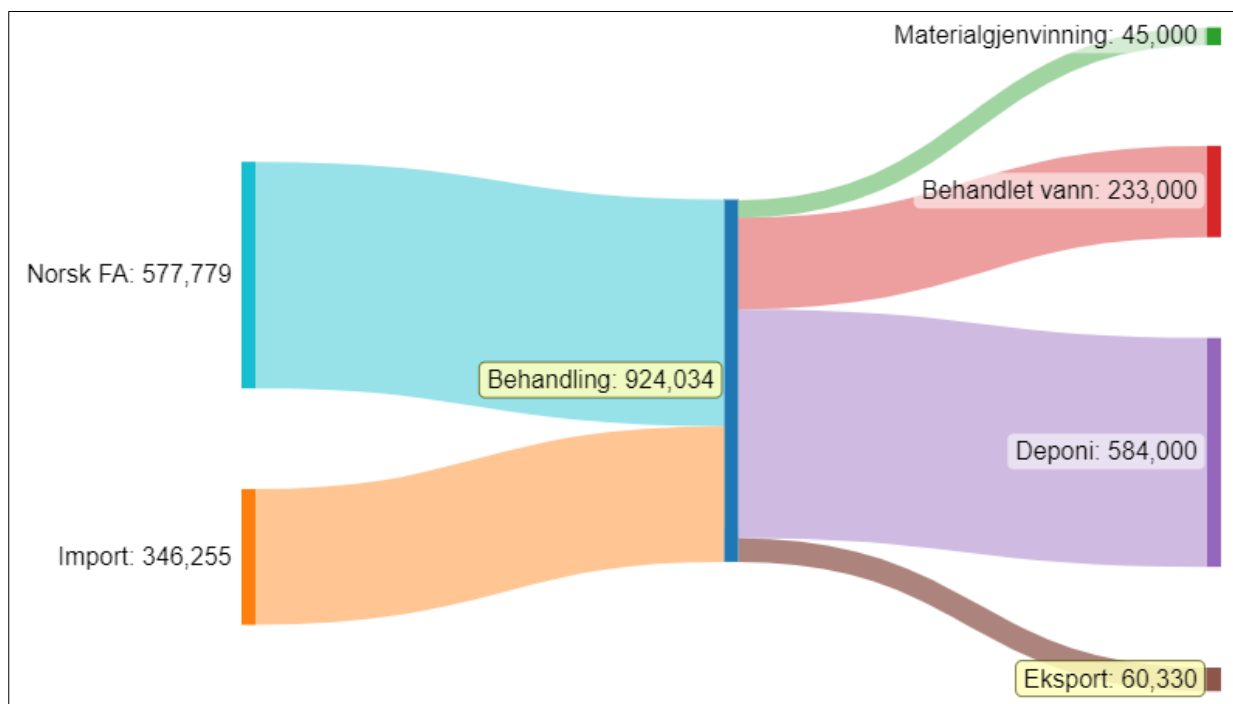




Vurdering av status og ventet utvikling av mengder, behandlingsmåter og teknologier for håndtering av uorganisk farlig avfall





Prosjekttabell

Prosjekt	2037	Rapportdato	07.12.2023
Tittel	Distribusjon		Lukket
	Vurdering av status og ventet utvikling av mengder, behandlingsmåter og teknologier for håndtering av uorganisk farlig avfall		
Forfatter(e)	Geir Sørensen Olav Skogesal Miriam Mekki	Antall sider	26
Oppdragsgiver	Miljødirektoratet	Antall vedlegg	1
Kontaktperson	Jon Fonnliid Larsen		

Utdrag

Mepex Consult har gjort en vurdering av utvikling i mengde uorganisk farlig avfall basert på oppdaterte data og tilsvarende rapporter utført av Mepex og andre de siste 8 årene.

Mengden farlig avfall øker fortsatt år for år, og står for en større andel av den totale avfallsproduksjonen enn tidligere grunnet økt industriproduksjon og strammere regelverk for definisjon av farlig avfall. Materialgjenvinning står for en moderat andel av behandlingen av farlig uorganisk avfall. Mesteparten av avfallet deponeres på Langøya, i Mo i Rana og noe på bedriftsinterne deponier.

Det er en rekke utviklingsprosjekter for alternative behandlingsløsninger for tynnnsyre og for flygeaske, og flere teknologier har nådd høy grad av teknologisk modenhet, samtidig som det kommer signaler fra svenske og danske myndigheter om restriksjoner på eksport av slikt avfall. Dette indikerer at mengden importert flygeaske framover kan bli mindre. Dette vil i tilfelle fremtvinge alternative løsninger for bl.a. tynnnsyre som inngår i prosessen til NOAH på Langøya.

Det foregår mye forskning og utvikling på materialgjenvinning av spesielt metaller og mineraler fra industrien. Disse prosessene har lengre tidshorisonter enn prosessene på flygeaske, og er ventet å ha mindre effekt på behovet for deponikapasitet enn tynnnsyre/flygeaske.

Det er mange faktorer og stor usikkerhet knyttet til framtidig behov for deponi for uorganisk farlig avfall. Mepex anslår at kapasiteten til deponering er tilstrekkelig frem til ca. 2030 med tillatelsen til NOAH til utvidet lagring over havnivå på Langøya. Det foreligger ingen beslutninger om å bygge ny eller alternativ kapasitet i Norge som kan håndtere mengden uorganisk avfall som forventes å oppstå etter 2030.



Innhold

1	Innledning	2
1.1	Oppdragsbeskrivelse.....	2
1.2	Metode og avgrensinger.....	2
2	Status og ventet utvikling av uorganisk farlig avfall	3
2.1	Utvikling av mengder farlig avfall i Norge.....	3
2.2	Kilder til farlig uorganisk avfall	6
2.2.1	Tynnnsyre og flygeaske	6
2.2.2	Slagg, slam og støv fra andre industriprosesser	9
2.3	Deponisituasjonen for uorganisk farlig avfall	9
3	Utvikling av behandlingsmetoder for tynnnsyre og flygeaske	11
3.1	Behandlingsløsninger for tynnnsyre	11
3.2	Behandlingsløsninger for flygeaske	11
3.3	ASKEPOTT og Resalt	13
3.4	Halosep	14
3.5	Ash2Salt.....	15
3.6	Norsep	16
3.7	Flygeaskerester til sement.....	16
4	Utvikling og status for behandlingsmetoder for andre typer farlig uorganisk avfall	17
4.1	Ottem prosjekt for Spent Pot Liner (SPL), Sunndalsøra	17
4.2	Utvidelsen av Boliden Odda - Green Zink 4.0.....	18
4.3	PRICE	18
4.4	Badeland	18
4.5	Andre prosjekter	18
5	Hvordan påvirker utviklingen i behandlingsmetoder prognosene for mengdene farlig avfall i Norge?	19
	Vedlegg 1: Uorganisk farlig avfall deklarerert i Norge 2022	22



1 Innledning

1.1 Oppdragsbeskrivelse

Klima- og miljødepartementet har i tildelingsbrevet for 2023 bedt Miljødirektoratet om å levere en vurdering av status og ventet utvikling av mengder, behandlingsmåter og teknologier for håndtering av uorganisk farlig avfall i Norge frem mot 2030.

På bakgrunn av dette har Mepex fått i oppdrag å utarbeide en oppdatering på status og ventet utvikling av mengder uorganisk farlig avfall, samt en vurdering av hvordan nye behandlingsmetoder brukt i Norge og utlandet vil påvirke behandlingsskapiteten i Norge fremover.

Oppdraget har omfattet følgende:

- Beskrive status og ventet utvikling av mengder uorganisk farlig avfall basert på tidligere rapporter.
- Oppsummere kunnskap om eksisterende og ny behandlingsteknologi med utgangspunkt i teknologiene som ble vurdert i rapporten *Vurdering av eksisterende virkemiddelapparat opp mot mål om reduksjon og økt materialgjenvinning av uorganisk farlig avfall*¹.
- Vurdere i hvilken grad de enkelte behandlingsteknologier vil påvirke dagens situasjon, spesielt med tanke på deponikapasitet.
- Oppsummere utvikling i Sverige og Danmark med tanke på utvikling i import/eksport (dersom oppdragets rammer tillater det).

1.2 Metode og avgrensinger

Beskrivelser av teknologier og status er basert på intervjuer og kunnskapsinnhenting i prosjektet og fra tidligere oppdrag.

Tallgrunnlaget over mengde farlig avfall er basert på en oppdatering av sammenstillingen som ble gjort i rapporten fra InErgeo i 2018² med oppdatering fram til og med 2022. Dette gir en sammenstilling av mengden farlig avfall som oppstår, tilnærmet lik det som årlig oppdateres av SSB i statistikk over farlig avfall. Detaljgraden i dataene vi benytter gir imidlertid mulighet til å granske spesifikke avfallstyper, virksomheter og næringer på et mer detaljert nivå.

Skillet mellom organisk og uorganisk avfall er noe uklart da det finnes en del grensetilfeller. Rent grunnleggende er organisk materiale forbindelser som inneholder kjemiske bindinger mellom karbon og hydrogen. Karbon kan imidlertid også forekomme i uorganiske materialer, som for eksempel bergarter som kalkstein og marmor. I noen tilfeller kan et avfall inneholde både organisk og uorganisk materiale. Forurenset jord inneholder mye uorganisk materiale (sand, stein) i tillegg til organisk materiale (jord og humus).

¹ [Vurdering av eksisterende virkemiddelapparat opp mot mål om reduksjon og økt materialgjenvinning av uorganisk farlig avfall](#), Oslo Economics på oppdrag for Norges forskningsråd, 2022



Farlig uorganisk avfall er i dette arbeidet avgrenset til å omfatte uorganisk farlig nærings- og industriavfall der forurensede jordmasser er valgt holdt utenom. Årsaken til at forurensede jordmasser holdes utenom er at forurensningen som gjør massene til et farlig avfall, som oftest er oljebasert. I denne rapporten er også elektrisk og elektronisk avfall utenfor da det har svært moderat påvirkning på deponisituasjonen.

2 Status og ventet utvikling av uorganisk farlig avfall

2.1 Utvikling av mengder farlig avfall i Norge

Mengden avfall som karakteriseres som farlig har i lang tid steget årlig, og i noe større hastighet enn den generelle utviklingen i avfallsproduksjonen i Norge. Mye av dette antas å skyldes økt kompetanse på hva som er helseskadelig i avfallsstrømmer, samt en kraftig utvikling i industri- og oljeproduksjon i Norge de siste 30-40 årene. I Figur 1 ser man at andelen farlig avfall har kommet opp til over 20 % av den samlede mengden avfall produsert i Norge.

De siste 3-4 årene har utviklingen i den samlede avfallsproduksjonen variert en del. Hvordan sammenhengen mellom avfallsmengde, økonomi og andel farlig avfall generert vil utvikle seg videre er usikkert, spesielt i forhold til utvikling i sirkulær økonomi og mange forskningsprosjekter innenfor materialgjenvinning av farlig avfall, også uorganisk.

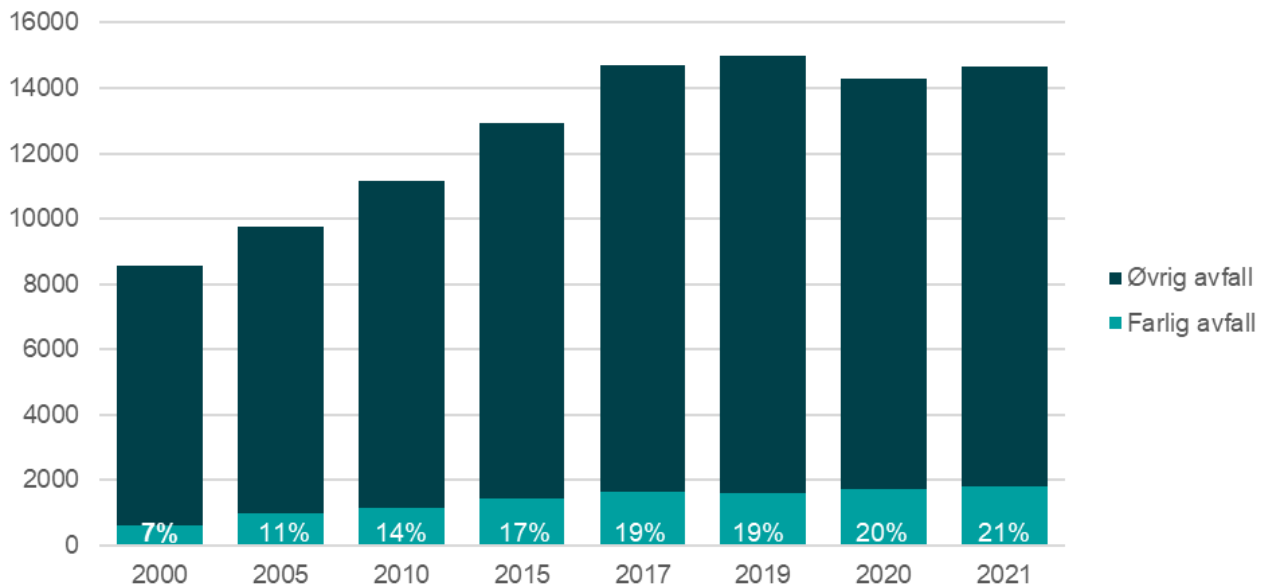
Figur 2 viser fordelingen mellom uorganisk og organisk farlig avfall siden 2000, der begge har en varierende, men klart stigende tendens. I løpet av denne perioden har avfallskategoriene ukjent avfall, fotokjemikalier og annet uorganisk avfall nesten forsvunnet, både av kvalitetsmessige forbedringer i rapporteringen og endrede teknologiske forhold i samfunnet.

På oppdrag fra Miljødirektoratet utarbeidet InErgeo i 2018 en prognose for framtidig mengde farlig avfall i Norge². I rapporten ble det anslått at mengdene farlig avfall ville øke fra ca. 1 555 000 tonn i 2017 til ca. 1 685 000 tonn i 2025 og ca. 1 872 000 tonn fram til 2030. Det aller meste av det farlige avfallet som oppstår i Norge, er et resultat av norsk industriproduksjon, oljeutvinning, drift av forbrenningsanlegg og bygg- og anleggsvirksomhet, og økningen i mengde farlig avfall ble også anslått til å komme fra disse sektorene, herunder spesielt petroleumsvirksomhet og industriproduksjon.

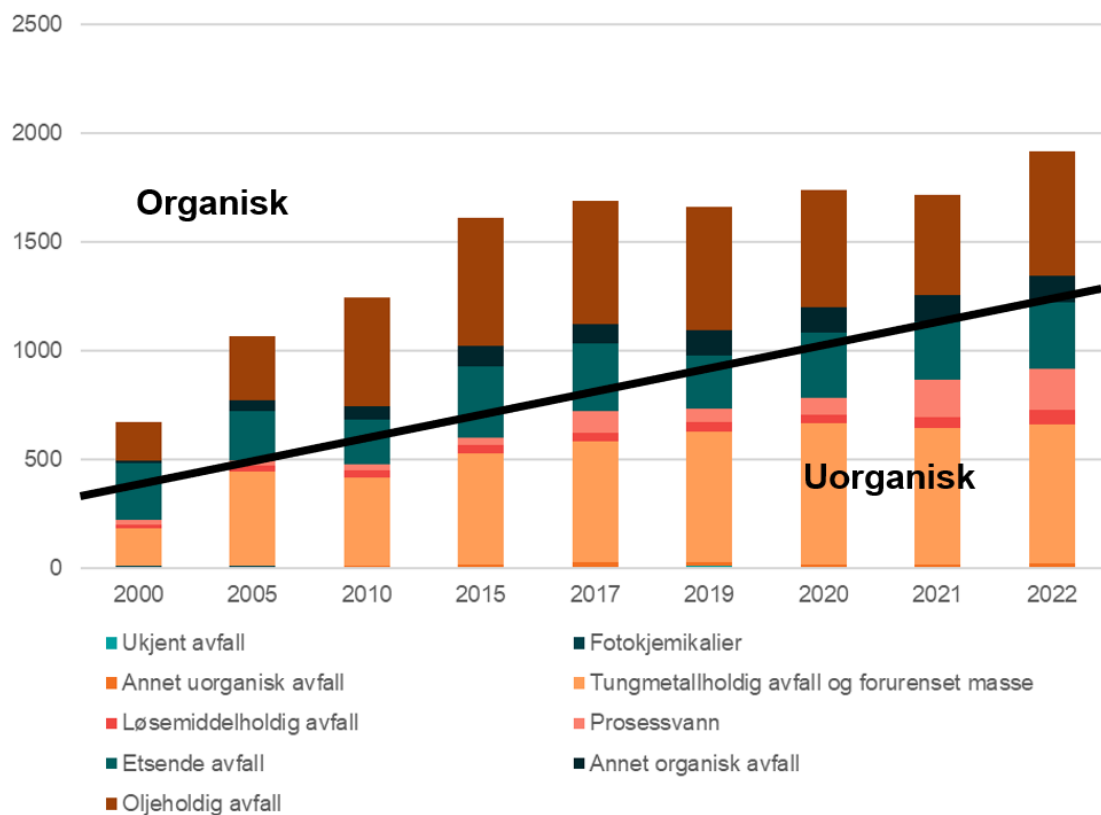
² Framtidig farlig avfall, InErgeo på oppdrag for Miljødirektoratet, 2018. [Lenke](#)



AVFALL PRODUSERT I NORGE 2000-2021



Figur 1: Utvikling av mengder avfall i Norge i perioden 2000-2021. Farlig avfall i prosent av total mengde. Kilde: SSB



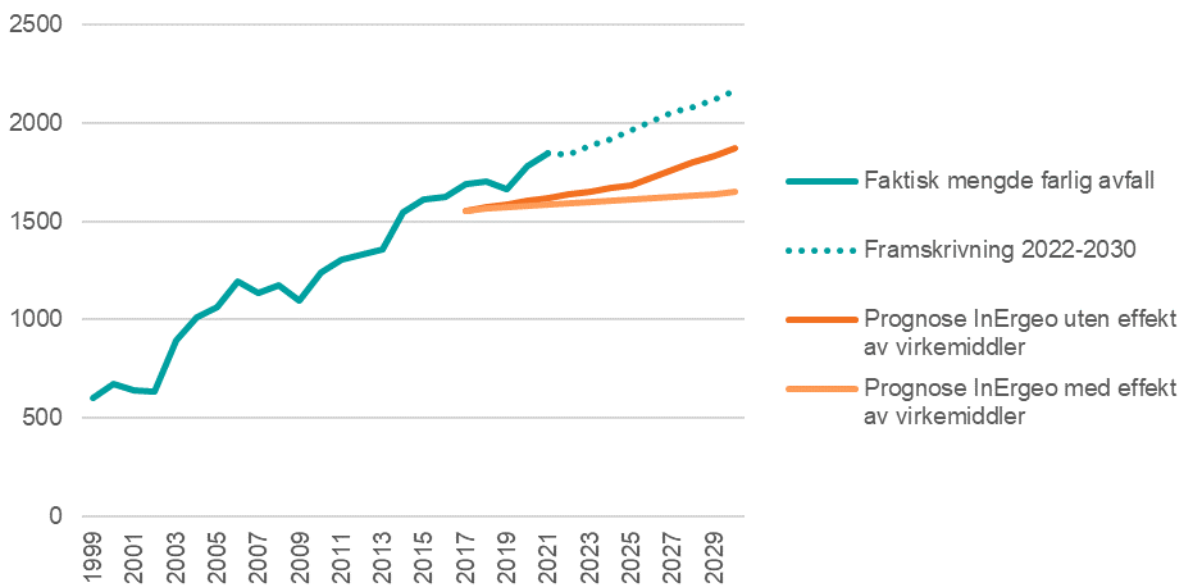
Figur 2: Utvikling i mengder farlig avfall i Norge, fordelt på organisk/ uorganisk, Kilde Miljødirektoratet, bearbejdet av Mepex



InErgeo-rapporten foreslo også virkemidler som, dersom tatt i bruk og ved full effekt, ble anslått til å kunne redusere mengdene farlig avfall med opptil 225 000 tonn årlig. En stor del av dette er relatert til organisk avfall, men det ble anslått at mengden farlig uorganisk avfall kunne bli redusert med inntil 130 000 tonn fra og med 2030. I dette anslaget ble det lagt til grunn at avfallsforbrenningsanleggene behandler flygeasken slik at den kan leveres til deponi for ordinært avfall, samt at annet uorganisk farlig avfall fra industrien reduseres med 10 %. Både krav om behandling og økonomiske støtteordninger ble foreslått som virkemidler.

Figur 3 viser utviklingen i mengdene farlig avfall som ble produsert i Norge i perioden 2000-2021 sammenliknet med prognosene fra InErgeo-rapporten fra 2018. Fra og med 2022 er en framskrivning basert på historiske tall (Excel prognose funksjon).

Samlet utvikling av volum farlig avfall utenom forurensede masser viser en stigning på i overkant av 320 000 tonn i perioden fra 2017 til og med 2022, hvilket tilsvarer fire ganger prognosen i InErgeos rapport. InErgeo-rapporten skilte ikke på organisk og uorganisk farlig avfall. Økningen kommer hovedsakelig fra gruppene etsende avfall og tungmetallholdige masser.



Figur 3: Utvikling i mengde farlig avfall i Norge (tusen tonn). Sammenlikning mellom prognosen fra InErgeo-rapporten og de siste årenes utvikling. Kilde: InErgeo (2018) og SSB

I perioden 2020-2021 var verdensøkonomien preget av COVID-19 epidemien. Epidemien ga ikke umiddelbare konsekvenser for farlig avfallsproduksjonen, men økonomiske nedgangstider i etterkant av epidemien, kombinert med sterkt økende kraftpriser fra vinteren 2021 og krigen i Ukraina som brøt ut i 2022 har samlet sett hatt en innvirkning på utviklingen.

De viktigste effektene er at Kronos Titan ('Kronos') i en periode (hovedsakelig 2023) har overført en del av sin produksjon til sitt tyske anlegg, både som en følge av at Tyskland innførte makspris på gass



til industrien og som svar på nedgang i etterspørsel i markedet. Samtidig har økt etterspørsel etter norsk olje og gass ført til økt aktivitet på kontinentalsokkelen, noe som har medført større avfallsmengder, men der, hovedsakelig organisk farlig avfall.

2.2 Kilder til farlig uorganisk avfall

Tabell 1 viser mengde uorganisk farlig avfall oppstått og behandlet i 2022. Tallene er basert på en sammenstilling av tallgrunnlag basert på uttrekk fra Miljødirektoratets databaser for deklarasjon av farlig avfall, notifikasjoner for import/eksport av farlig avfall, samt egenrapportering fra industri-deponier. I forbindelse med sammenstillingen er det en usikkerhet knyttet til mulig dobbelttelling av mengde deklart og mengde eksportert, men det er gjennomført en grundig vasking av datagrunnlaget som gjør at vi vurderer usikkerheten som liten.

Tallene viser store likhetstrekk med situasjonen som ble skissert i rapporten for Forskningsrådet i 2022³, hvor de sentrale temaene er import av flygeaske til nøytralisering av tynnnsyre, i tillegg til slagg, slam og støv fra industrien. I rapporten fra 2022 var forurenset jord inkludert i mengden for slam og støv.

Når forurensete masser ikke regnes som en del av farlig uorganisk avfall trer hovedutfordringen i Norge klart frem; man importerer basisk materiale (flygeaske) for å nøytralisere avfallssyre (svovelsyre) fra Kronos.

2.2.1 Tynnnsyre og flygeaske

Kronos har de senere år produsert opp til 300 000 tonn tynnnsyre per år, nå midlertidig redusert til drøyt 200 000 grunnet markedssituasjonen og gasspriser. Tynnnsyren består av en svovelsyreløsning med innhold av jern-, magnesium- og titansulfat. Med konsentrasjonen på Kronos-syren, blandes syre og aske stort sett i forhold 1:1, når syren behandles på Langøya.

I Tabell 1 omtales flere avfallsfraksjoner fra rensing av røykgassen fra avfallsforbrenning. Flygeasken er det tørre støvet som fanges opp i filtrene mens avgassreiserester er filterkaker og lignende som fjernes fra vaskeanleggene noen av forbrenningsanleggene har for økt rensegrad (scrubber) etter filteret.

Flygeaske regnes i seg selv som et farlig avfall på grunn av høy pH og innhold av tungmetaller. Samtidig inneholder flygeasken store mengder salt som kan gjenvinnes, slik at mengdene avfall til deponi kan reduseres dersom gjenvinningen skjer i forbrenningsanlegget. Hos Noah deponeres mesteparten av kalsiumsaltet mens de andre saltene vaskes ut i fjorden. Hovedgevinsten ved gjenvinning i forbrenningsanlegget er at restasken kan deponeres på ordinært deponi, med et noe lavere volum enn det gips stabiliserte restavfallet på Langøya.

³ [Vurdering av eksisterende virkemiddelapparat opp mot mål om reduksjon og økt materialgjenvinning av uorganisk farlig avfall](#), Oslo Economics på oppdrag for Norges forskningsråd, 2022



Årsaken til at det i dag importeres flygeaske til Norge er at mengdene flygeaske fra norske forbrenningsanlegg ikke er tilstrekkelig til å dekke behovet for nøytralisering av tynnnsyre samtidig som utenlandske forbrenningsanlegg (Sverige, Danmark og til dels Tyskland) har sett på dette som en foretrukket løsning.

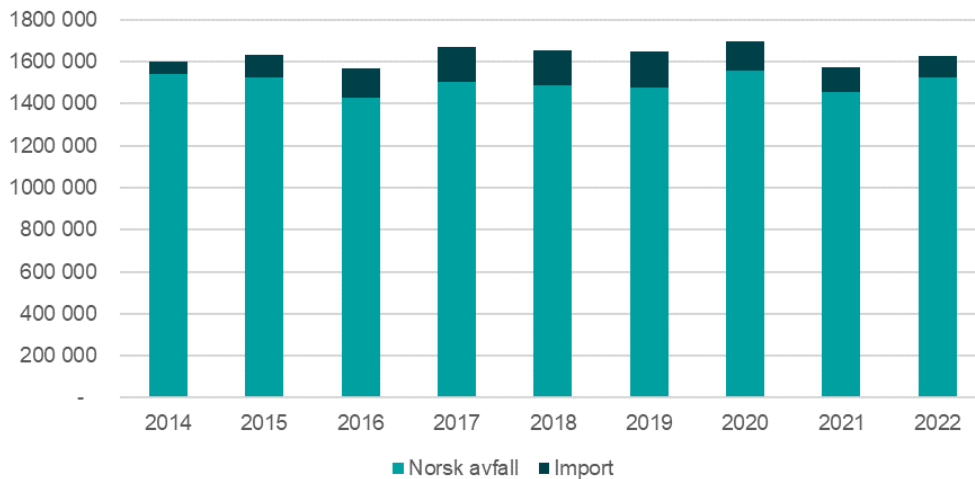
Tabell 1: Mengde uorganisk farlig avfall oppstått og behandlet i 2022. Kilde: Miljødirektoratet, behandlet av Mepex

Type uorganisk FA (tonn)	Oppstått	Behandlet	Import	Eksport
Etsende avfall				
Baser	5 797	2 764		3 033
Syrer	310 885	311 062	388	211
Sum	316 682	313 826	388	3 244
Askerester fra avfallsforbrenning				
Avgassrester	3 548	18 656	26 419	11 311
Bunnaske FA	1 379	19 781	20 101	1 699
Flygeaske	62 142	314 504	252 362	
Sum	67 069	352 941	298 882	13 010
Annet industriavfall				
Blåsesand	3 511	3 836	325	
Ovnforinger	27 044	37 498	10 454	
Katalysatorer	50	- 1 172		1 222
Salter og hydroksidslam	14 981	15 058	77	
Slagg	66 424	89 131	35 781	13 074
Slam og støv	22 192	22 192		
Sum	134 202	166 543	46 637	14 296
Kvikksølv og asbest				
Kvikksølvholdig	1 055	- 52		1 107
Asbestholdig	17 128	17 128		
Sum	18 183	17 076	-	1 107
Kasserte produkter				
Blybatterier	20 938	784	105	20 259
Kasserte kjemikalier	13 573	7 732		5 841
Sum	34 511	8 516	105	26 100
Annet uorganisk FA	7 132	4 812	243	2 563
Total	577 779	863 714	346 255	60 320

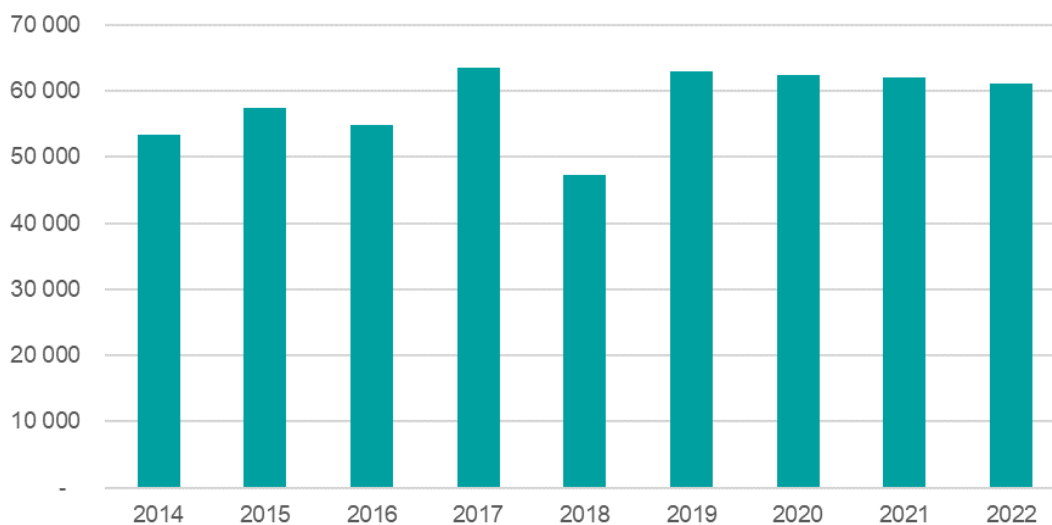


Som vist i Figur 4 har mengdene forbrent avfall i norske forbrenningsanlegg vært relativt konstant over en årrekke. Norske avfallsforbrenningsanlegg produserer ca. 60 000 tonn flygeaske per år, som vist i Figur 5. Det er ikke planlagt store utbygginger av forbrenningsanlegg, og det er derfor heller ikke ventet noen nevneverdig økning i mengdene flygeaske fra norske forbrenningsanlegg.

Økende forbehandling av avfall vil endre sammensetningen på avfall til forbrenning ved at plast med høy brennverdi og vått matavfall får en mindre andel av volumet. Det kan ha som effekt at mengden bunnaske øker moderat mens det er vanskeligere å estimere effekten på flygeasken, Vi antar kun moderate endringer i mengde og sammensetning. Enkelte plaster inneholder relativt store mengder fillers (f.eks. kalsiumkarbonat, sink og andre tungmetaller). Det kan derfor tenkes at askens farlige egenskaper blir noe redusert når mer plast gjenvinnes fremfor forbrennes. Det samme gjelder med matavfall, som inneholder noe tungmetall, slik som sink.



Figur 4: Avfall forbrent i norske avfallsforbrenningsanlegg, inkl. industrianlegg. Tonn. Kilde Mepex.



Figur 5: Flygeaske fra norske forbrenningsanlegg. Tonn. Kilde Mepex.



2.2.2 Slagg, slam og støv fra andre industriprosesser

Denne sekkeposten består i hovedsak av slagg fra smelteverksindustrien. Slagg er som regel avfall fra smelteverkene der mineraler og forurensninger fra råmaterialene stort sett er lettere enn metallene, og legger seg på toppen av badet der de skrapes av eller ligger igjen etter at badet er tappet.

Et slagg det arbeides en del med er saltslagg fra sekundær aluminiumsproduksjon. Når aluminiumsavfall skal re-smeltes legges det mye salt på toppen av badet slik at det ikke skal komme luft til og oksidere metallet før det kommer ned i det lukkede miljøet i badet. Saltet med en del aluminium og forurensninger behandles på Raudsand av Speira (tidligere Real Alloy) eller i Tyskland med lignende prosesser og der aluminiumen kommer tilbake i badet etter rensing.

Støv som farlig avfall, er også stort sett knyttet til smelteverksindustrien, og er filterinnholdet fra luftrensingen i smeltehallene.

Den største produsenten av slam som avfall, er Boliden i Odda, der flytende avfall avvannes i fjellhallene og vannet sirkuleres tilbake i prosessen. Dette er nærmere omtalt i kapittel 4.2.

2.3 Deponisituasjonen for uorganisk farlig avfall

NOAH Solutions ('NOAH') mottar, behandler og deponerer i dag størsteparten av det uorganiske farlige avfallet som oppstår i Norge på Langøya utenfor Holmestrand. NOAHs behandlingsprosess er basert på kjemisk nøytralisering av syrer og baser. Den største syrefraksjonen kommer fra Kronos Titan ('Kronos') i Fredrikstad. Denne syren nøytraliseres ved bruk av flygeaske fra forbrenningsanlegg. Andre typer uorganisk avfall blandes inn og stabiliseres varig som en del av nøytraliseringsprosessen. Resultatet er en avfallsgips som fylles i bruddene på Langøya. Etter hvert som øya fylles opp, avsluttes deponiene og friluftsområder gjøres tilgjengelig for befolkningen.

Det har i lang tid vært signalisert at Langøya kommer til å gå full i 2023-2024. I februar 2022 fikk NOAH utvidet «levetid» ved at tillatelsen åpner for at det kan legges stabilt, ikke-reaktivt farlig avfall over havnivå (kote 0). Årlig kan det mottas 560 000 tonn⁴ uorganisk farlig avfall, der syre regnes som 100 % konsentrasjon. Sett opp imot faktisk levert konsentrasjon på syren, tilsvarer tillatelsen ca. 800 000 tonn farlig avfall mottatt. Kapasitetsutvidelsen har fordret investering iblant annet filterpresse for å kompaktere massene og redusere vanninnholdet. Tidligere har massene rent av seg i bruddet og overskuddsvann blitt rensert og sluppet i Oslofjorden.

Fremover vil de to filterpressene som er under montering høsten 2023, gjøre massene direkte deponerbare. Utpresset vann vil i hovedsak gå i sirkulasjon i nøytraliseringsprosessen, men kan, hvis markedsbetingelsene er riktige, flyttes til Herøya for inndamping til salt. Sydbruddet har fått ny sluttdato ved at det er tillatt å deponere der ut 2030

Ved siden av NOAH er det Miljøteknikk Terrateam i Mo i Rana som har størst gjenværende kapasitet til mottak og behandling av farlig uorganisk avfall i Norge i dag. Anlegget er bygget inn i de nedlagte

⁴ I tillegg kan det mottas 500 000 tonn ordinært uorganisk avfall hvorav 245 000 tonn kan være syredannende bergarter.



gruvene i Mofjellet, direkte opp mot Industriparken i Mo. Virksomheten benytter flere behandlingsprosesser.

Tidligere fikk selskapet godkjent prosessen som gjenvinning gjennom både bruk av avfallsfraksjoner i behandlingen. I tillegg er de gamle gruvegangene stabilisert ved innstøping av en blanding av stabilisert farlig uorganisk avfall i sement. Miljødirektoratet har endret holdning til dette og fremover, i nye fjellhaller, vil det da dreie seg om sluttbehandling (D). I tillegg har de egen agglomereringsprosess der rødstøv fra filteranlegget til Celsa Nordic pelleteres og sendes til omsmelting i Tyskland. Der plasmasmeltes en 40 % andel ut som sinkoksid som etter hvert ender opp i galvaniseringsverk, mens de resterende delene slagges og selges til betongindustrien.

Miljøteknikk Terrateam har tillatelse til mottak av 100 000 tonn per år, glattet gjennomsnitt over 5 år. Ved siste vurdering av deponikapasiteten i Norge ble det anslått at kapasiteten ville bli brukt opp i 2031. Ettersom de har mottatt mindre avfall enn planlagt, vurderer de selv at sluttdato trolig vil være noen år senere.

Miljøteknikk Terrateam har også planer om utvidet kapasitet ved etablering av inntil 6 nye fjellhaller, der konsekvensutredning pågår og utslippssøknad forventes sendt inn i løpet av 2024. Dette vil i så fall innebære betydelig utvidelse i levetid. Varierende nasjonal markedssituasjon og noe uklare signaler om tillatelse til import eller ikke gjør det imidlertid utfordrende å planlegge ny kapasitet. Begrenset import vil ikke redusere forbruket av kapasitet ettersom anlegget uansett har behov for en gitt mengde for å kunne behandle alle ulike fraksjoner og samtidig oppnå ønskede egenskaper på innstøpingsmassen. Dette innebærer at redusert tilgang på egnet farlig avfall gjør at selskapet eventuelt må erstatte med ikke farlig avfall i sin prosess.

Beslutning om utvidelse vil blant annet bli tatt på grunnlag om trygghet i rammebetingelser rundt import av farlig avfall, der de årlig mottar ca. 5 000 tonn flygeaske fra Sverige for stabilisering samt semistabilisert flygeaske fra Italia.

De to store deponiene for farlig uorganisk avfall, Langøya og Mofjellet Gruber, mottar årlig omtrent 800 000 tonn farlig avfall, hvorav drøyt 500 000 tonn fra Norge. Som vist i Tabell 1, er hovedvekten av dette syrer og asker. Basert på NOAHs årlige rapport⁵ over mottatt avfall, bekreftes vår antagelse om at mengden jord og rivningsavfall til farlig avfallsdeponiet er moderat, i størrelsesorden 1 200 tonn, hvorav tungmetallholdig jord er 900 tonn.

Resterende mengder er industriavfall, der import fra ikke-nordiske land i prinsippet er avsluttet etter mer restriktive retningslinjer fra Miljødirektoratet i 2022 for import av uorganisk farlig avfall til sluttbehandling. Inkludert i industriavfallet finnes også mindre mengder av flere fraksjoner, blant annet noe litium batteri black mass mens det aller meste av EE-avfall går til material- og energi -gjenvinning i Norge og Sverige og deponeres ikke.

⁵ NOAH, Mottak og behandling på Langøya i 2022 [Lenke](#)



3 Utvikling av behandlingsmetoder for tynnsyre og flygeaske

3.1 Behandlingsløsninger for tynnsyre

Ved andre anlegg i Kronos-konsernet som bruker svovelprosess, gjenvinnes tynnsyren ved inndamping, eller ved å ta inn kalk og produsere kommersiell gips. Anlegget i Fredrikstad er vurdert som for lite for at et inndampingsanlegg skal være lønnsomt. Bruk av jomfruelig kalk være mer kostnadskrevenne enn dagens løsning og vil dessuten medføre høye CO₂-utslipp og derved kvote-kostnader. En slik løsning vil kreve avsetning/behandling av restproduktet rød gips. I en rapport fra Bergfald Miljørådgivere⁶ oppgis det at rød gips benyttes i industrielle sementprosesser i andre land i dag.

NOAHs prosess er i dag en billig løsning med lavt CO₂-utslipp. Dette er trolig grunnen til at hoved utviklingen innen tynnsyre er rettet mot rensing av tynnsyren for å øke gipsproduksjon, som beskrevet i avsnittet som omtaler ASKEPOTT.

3.2 Behandlingsløsninger for flygeaske

Hovedformålet til de fleste behandlingsteknologiene beskrevet i denne rapporten er å fjerne tungmetaller og gjenvinne salter fra flygeaske. I andre land der tynnsyre ikke er et eget problem, utvikles det samtidig teknologier med det formål å redusere mengdene av flygeaske, som i seg selv er et farlig avfall, samt prosesser for å nøytralisere flygeasken slik at den kan deponeres på deponier for ordinært avfall.

Figur 66 viser en tegning av et typisk forbrenningsanlegg. Avfallet mates med klo inn i forbrenningssonen i ovnen, der ikke brennbart materiale av noe størrelse faller ned i bunnen av ovnen og mates ut (bunnaske). Mindre biter av ikke-brennbart materiale og støv blir dratt med røykgassen gjennom den oransje sonen. I den oransje sonen overføres varmen til fjernvarmenettet, før gassen filtreres (tørr røykgassrensing, vist i lilla i figuren). Filteret fanger opp partikler og det meste av syrene i gassen fjernes gjennom nøytralisering med kalk som er tilsatt i filteret. Asken fra filtrene omtales som flygeaske og sendes videre til behandling/nøytralisering.

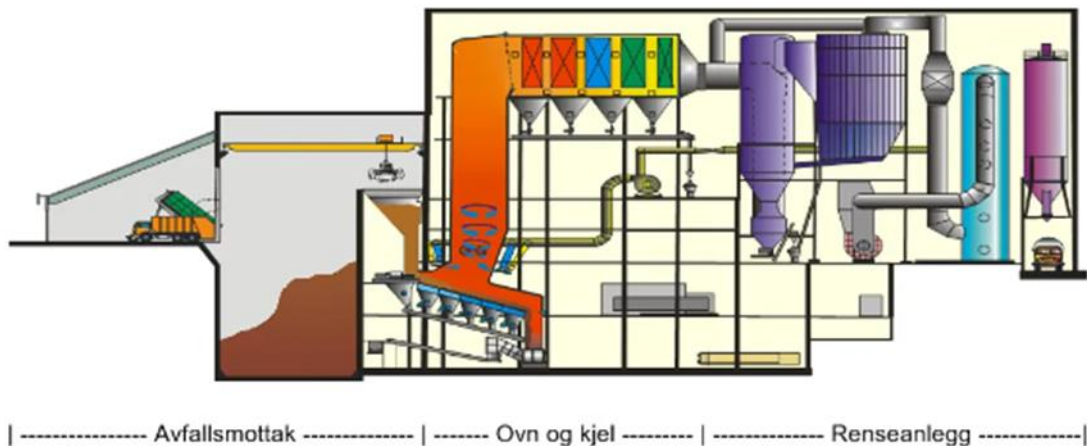
Røykgassen føres videre inn i vasketårnet (våt røykgassrensing, vist i blått), der den bobles med vann som er tilsatt lut slik at resten av salt- og svovel -syrene som er dannet i forbrenningen nøytraliseres før resten av røykgassen slippes ut av pipen.

Forbrenningsanlegg med tørr røykgassrensing bruker mer kalk i filtrene og har gjerne ca 50% salt i asken. Anlegg med våt rensing i tillegg, trenger ikke så god rensing i filteret fordi de tar ut resten i vannet. Da er det typisk 30-35% salt i den tørre filterasken som kan gjenvinnes, i tillegg til saltet som allerede er løst i vaskevannet. Disse anleggene produserer vesentlig mindre flygeaske per tonn avfall

⁶ MINDRE DEPONERING AV FARLIG AVFALL. Potensialet for økt materialgjenvinning og minimering av tungmetallholdig farlig avfall, 2019. [Lenke](#)



forbrent. I Norge i dag kommer en tredjedel av flygeasken fra kjeler med installert scrubber for våt røykgassrensing. Vi anser det som teknisk gjennomførbart å inkludere et vått rensetrinn ved de resterende anleggene, men har ikke grunnlag til å kunne si noe om økonomisk gjennomførbarhet eller tilgang på plass.



Figur 6: Skisse av Heimdal forbrenningsanlegg for avfall, Kilde Statkraft

Vaskeprosessen (i blått) kan alternativt gjøres uten tilsetning av lut, på en slik måte at syrene fanges i vaskevannet. Vaskevannet blir dermed til en svak saltsyre som så kan blandes med flygeasken, slik at nøytraliseringen av flygeasken blir en integrert prosess i anlegget. Dette er i praksis det som skjer med Stenas Halosep, se avsnitt 3.4.

Ingen norske forbrenningsanlegg for avfall har installert innebygde renseanlegg for flygeaske. Hovedgrunnene for dette er manglende plass, investeringskostnader eller at forbrenningsanleggene ikke har scrubbere (vasketårn) som siste ledd i rensing av røykgassen etter filtrene. I tillegg er det et spørsmål om kapasitet på design da mange har fokus på karbonfangst som synes være vesentlig større investeringer. Vi har ikke oversikt over plassbehovet i forhold til scrubber / renseanlegg og heller ikke hvorvidt det kan være noen synergieffekter med karbonfangst hvis røykgassen er vasket først eller ikke.



3.3 ASKEPOTT og Resalt

Gjennom prosjektet ASKEPOTT samarbeider NOAH, Kronos, Boliden, NTNU og universitetet i Eindhoven i to hovedretninger;

1. Rensing av Kronos sin tynnsyre for forurensninger slikt som jernsulfat og oppgradering av restsyren (sulfatgruppen) til salgbar gipskvalitet.
2. Utredning av hva NOAH skal gjøre med flygeasken dersom svovelsyren brukes til andre gjenvinningsaktiviteter.

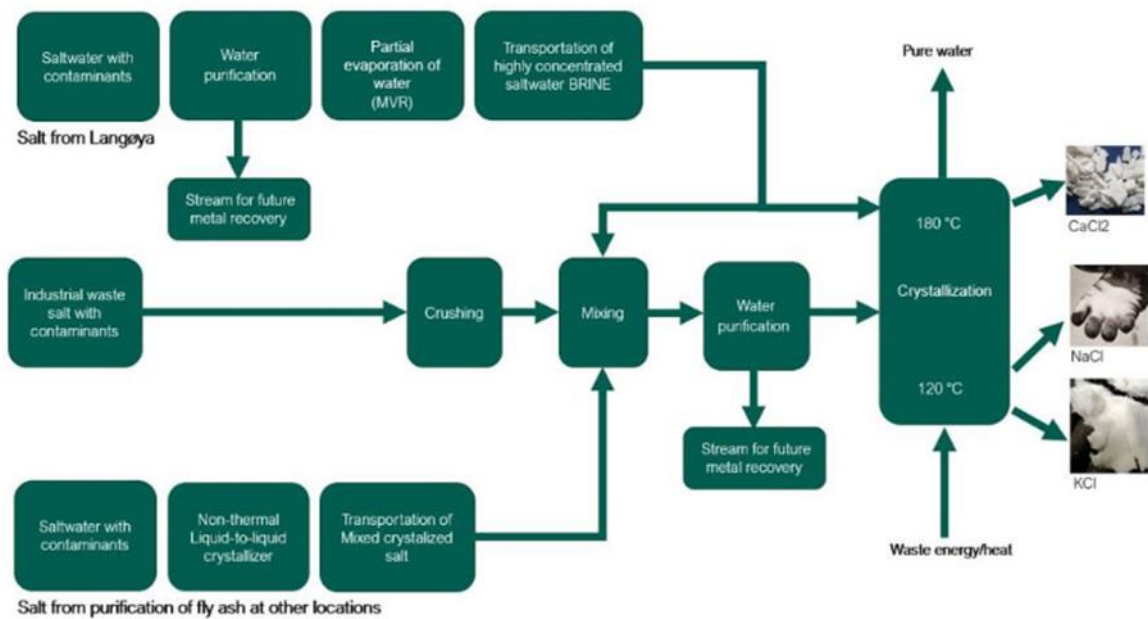
Disse to aktivitetene har vært kjørt som to relativt separate, parallelle prosjekter, der del 1 har hatt mest fokus fra starten av og del 2 har hovedfokus nå basert på partenes oppfatning av gjennomførbarhet.

Delprosjektet for gips går i prinsippet tilbake til starten av Langøya som avfallsbehandlingssted og ser på kalkstein som basisk reagens i stedet for flygeaske. På mange måter kunne en slik prosess da flyttes til Kronos i Fredrikstad, integrert i prosessene der, hvor Kronos allerede produserer store mengder jernsulfat til vannrensekunder. NOAH har gjennomført et vellykket proof-of-concept for gipsproduksjon og jobber videre med kommersielle rammebetingelsene for et mulig anlegg som kan forventes å ha en investeringsramme på mange hundre millioner, kanskje opp mot nivået man tidligere har sett for seg for et inndampingsanlegg for svovelsyren på opp mot en milliard kroner.

Gjennom prosjektet Resalt har NOAH fått testet ut prosessparametre for gjenvinning av natrium-, kalium- og kalsiumsalter fra behandling av flygeaske. Demonstrasjonsanlegget som er plassert i Herøya Industripark har oppnådd tilfredsstillende resultater teknisk sett. Også Stena Recycling har testet sine saltvannstrømmer her med gode resultater, men kostnadene virker å være i overkant av hva en kommersiell løsning kan bære.

Tanken rundt Askepotts flygeaskedel, er å vaske ut saltet, mekanisk og/eller kjemisk å skille ut salgbare mineraler fra restasken. Da kan man eventuelt gjenvinne tungmetaller fra resten, via prosesser liknende Halosep (se avsnitt 0). Etter prosessering antas avfallet å møte kravene til utlekking i avfallsforskriften slik at dette kan deponeres i separat celle på deponi for ordinært avfall selv om det sannsynligvis vil være stabilt ikke reaktivt farlig avfall grunnet bl.a. innhold av bly.

Kritiske punkter i utviklingen for en kraftig reduksjon i mengdene til deponering i deponi for farlig avfall er hvordan forsvare investering i gips anlegg, hvor salgbar blir gipsproduktet, hvordan få økonomi i saltgjenvinningen og hvordan løser man separasjonen av mineraler fra flygeasken teknisk og økonomisk?



Figur 7: Flytdiagram saltproduksjon, kilde NOAH

3.4 Halosep

Stena-gruppens selskap Halosep AB i Gøteborg har utviklet en prosess for rensing av flygeaske og scrubbervæsker direkte i avfallsforbrenningsanlegget slik at flygeasken etter fjerning av salt og tungmetaller blir stabilt ikke-reaktivt farlig avfall som dermed ikke må deponeres på deponi for farlig avfall. Teknologien anses å ha nådd teknisk modenhetsnivå mellom 8 og 9, det vil i prinsippet si fullt kommersialisert.

Gjennom Halosep-prosessen vaskes saltene (30-50 % av total mengde) ut av asken, de vannløselige tungmetallene felles ut som salgbart produkt og restasken har en utlekking som tilsier at den kan møte kravene for deponering av farlig avfall ved deponier for ordinært avfall. Gjennom materialgjenvinningen av saltene i flygeasken, reduseres deponibehovet med 35-55 %, avhengig av saltinnholdet i asken. Det er hovedsakelig innhold av metallisk bly som gjør at flygeasken fortsatt vil være farlig avfall, fordi bly på grunn av kjemiske egenskaper er vanskeligere å vaske ut av asken med de aktuelle prosessene enn de fleste andre tungmetallene Stena sies å jobbe med prosessparameterne for å få vasket ut enda mer av blyet fremover.

Halosep er i dialog med flere virkelig store forbrenningsanlegg i Skandinavia, Vest-Europa samt noen globale, om prosjektering og salg av anlegg. Prosessen er i utgangspunktet basert på utslipp av salt til havet, som kan være en utfordring mht. utslippstillatelse og ressursutnyttelse. Det jobbes derfor med utvikling av saltgjenvinning som integrert løsning i forbrenningsanleggene for å løse disse utfordringene.

For forbrenningsanlegg som har installert scrubber, er Halosep regnet for å være en svært effektiv måte å redusere kostnader både for vannbehandling og askebehandling. Uten scrubber var det



opprinnelig tanken at man kunne erstatte saltsyren fra vasketårnet med jomfruelig syre. Etter krigsutbruddet i Ukraina har flere syreprodusenter midlertidig lagt ned produksjonen for å redusere energibruken med underskudd i markedet og høye priser som konsekvens, slik at dette alternativet er mindre aktuelt.

Stena har via pressemelding varslet at de har inngått avtale med Lindum om å bygge et slikt anlegg på et av deponiene deres, mest sannsynlig i Oredalen på Hurum der man mottar bunnasken fra stort sett hele Østlandet i dag⁷. Anlegget er tiltenkt å ha kapasitet til å kunne behandle all flygeaske produsert fra forbrenningsanlegg på Østlandet (bil-levert) men planene er satt litt på vent i påvente av utviklingen i verdensmarkedet for saltsyre. Prisen på saltsyre har skutt i været ettersom at Ukraina-krigens utbrudd og økning i energiprisene i Europa gjør at økonomien i prosjektet ikke er tilfredsstillende per i dag.

3.5 Ash2Salt

Svenske RagnSells AB har gjennom sitt heleide datterselskap EasyMining bygget et gjenvinningsanlegg i Högbytorp utenfor Stockholm for utvasking av salter fra flygeaske fra forbrenning i en prosess de har døpt Ash2Salt. Fabrikken kan behandle 150 000 tonn flygeaske, som utgjør omkring halvparten av mengden flygeaske som produseres i Sverige. En betydelig andel av den svenske flygeasken har til nå blitt eksportert til Norge. Anlegget i Högbytorp erstatter dog heller en tidligere, enklere behandling i Sverige. Ved bygging av et anlegg på vestkysten av Sverige, vil derimot kunne bety en tilsvarende reduksjon i eksport til behandling i Norge.

Fabrikken ble formelt innviet i april 2023. Prosessen bygger på patent utviklet av Hitachi Zosen Inova, og sies å ekstrahere 20 % av flygeaskens masse og produsere rene natrium-, kalium- og kalsiumklorider av industrikvalitet, i tillegg til noe ammoniumsulfat. Saltene selges kommersielt via G.C. Rieber. Det betyr i tilfelle at 80% deponeres, et tall vi finner noe høyt ut fra saltnivå andre steder.

EasyMining sier at noe tungmetaller også ekstraheres og trekkes ut av kretsløpet ved prosessen, men siden prosessen innebærer en mye mildere pH-justering enn det NOAH og Stena jobber med, inneholder restasken i dag en del mer tungmetaller. Fremtidig videre prosessutvikling skal kunne føre til at også tungmetallene fjernes.

Restasken ligger i dag på Ragn-Sells eget deponi for ordinært avfall. Foretaket har fått tillatelse til en forlenget mellomlagring av avfallet i påvente av utsortering av metallavfall. Basert på avfallets innhold og egenskaper mener Ash2Salt restasken kan legges på deponi for ordinært avfall som stabilt, ikke-reaktivt farlig avfall.

RagnSells har uttrykt at de planlegger å bygge andre tilsvarende, regionale anlegg. Et viktig element i etableringen er at det svenske Naturvårdsverket fra oktober 2021 har endret holdning til Langøya og

⁷ <https://kretsløpet.no/farlig-avfall/lindum-og-stena-recycling-vil-bygge-anlegg-for-flygeaskehandtering/>



endret klassifiseringen fra gjenvinning til sluttbehandling (R til D)⁸, noe som kan vanskeliggjøre eksport fra Sverige til Norge hvis det er tilstrekkelig kapasitet andre steder. Naturvårdsverket peker i sin veileder også på Miljødirektoratets beslutning fra februar 2021 om forbud mot import til Norge av farlig uorganisk avfall til sluttbehandling (D).

3.6 Norsep

Oil in water (OiW) med sin Norsep prosess så lenge ut til å finne en plass i markedet for behandling av flygeaske med en prosess som i struktur hadde mye felles med Stenas Halosep.

Prosjektet satset på å bygge hub'er hos enkelte forbrenningsanlegg med scrubber, for så å oppkonsentrere scrubbevæsken med avfallssyrer og videre nøytralisere aske fra flere forbrenningsanlegg i sentralanlegget (hub'en). De anså at de var kommet langt i utviklingen av prosess som kunne konvertere store deler av restasken fra avfall til produkt i sementindustrien.

Manglende kapital og lange prosesser medførte imidlertid at utviklingen fra utvidet lab skala til industriell størrelse ble avsluttet og selskapet Norsep ble avsluttet i 2023.

3.7 Flygeaskerester til sement

Både NOAH og Stena arbeider med styrking av de pozzolane egenskapene til restasken. Begrepet pozzolansk er en betegnelse på silisium og aluminiumholdige stoffer som kan reagere med kalk der det dannes kalsiumsilikat-hydrat og kalsiumaluminium-hydrat. Begge er lite løselige i vann og de herder slik at de i større eller mindre grad kan erstatte sement. Flygeaskens reaksjonsevne er blitt redusert gjennom behandlingsprosessen for tungmetallfjerning og må sannsynligvis oppgraderes via termisk og/eller kjemisk behandling og kanskje tilsats av andre avfallsstoffer eller produkter for å få ønsket effekt.

Utviklingen følger to hovedspor, hvorvidt rensset aske skal inn i produksjon av sement, eller selges i markedet som alternativ til sement for markeder som krever lavere kvalitet enn de som normalt selges. Her kan man snakke om alkalieaktiverte sementer, stabilisering av annet avfall, reduksjon av utlekking fra nedlagte gruver og så videre.

Dette arbeidet sees også i sammenheng med utviklingsarbeidet innenfor Earth ResQue og rensing / opparbeiding av bunnaske til å utnytte de pozzolane egenskapene i deler av disse til sementproduksjon.

⁸ Transport av flygaska till Norge, Naturvårdsverket. [Lenke](#)



4 Utvikling og status for behandlingsmetoder for andre typer farlig uorganisk avfall

Med referanse til Tabell 1 beskriver vi her kort status på de forskjellige fraksjonene og deretter status på enkelte forsknings- og utviklingsprosjekter som ble identifisert i rapporten for Forskningsrådet i 2022.

- Andre syrer og baser enn de som er omtalt i kapittel 3 behandles i dag i NOAHs prosess på Langøya med unntak av enkelte «vanskelige» syrer som eksporteres.
- Annet avfall fra avfallsforbrenning enn flygeaske (bunnaske FA) behandles også hos NOAH. Bunnasken inneholder noe jern og metall, som i dag deponeres. Metallet har potensiale for økt materialgjenvinning ved utsortering i forkant av ankomst til NOAH.
- Annet industriavfall; her foregår det en del aktivitet rundt smelteverkene primært, der aluminiumhydroksid f.eks. forventes gjenvunnet på Langøya, ovnsforinger (Spent Pot Liner) har en prosess på Sunndalsøra (omtalt i det videre) som kan endre bildet. Slagg, slam og støv forventes redusert noe gjennom initiativet fra Eyde-klyngen og biprodukter for industrien.
- Kvikksølv er en utfordring der man fremover også sannsynligvis vil ha behov for behandling i utlandet for stabilisering av det moderate volumet. Noe økt volum kan komme fra dekommisjonering av oljeplattformer fremover. Avfall fra dekommisjonering håndteres av selskaper spesialisert på gjenvinning av metaller, og det forventes å være situasjonen fremover også.
- Asbestholdig avfall pakkes i dag i plast og graves ned i separate celler i deponi for ordinært avfall. Det synes ikke være behov for endring i dette fremover. Etter hvert forventes det at dette volumet vil reduseres, siden asbest ble forbudt å bruke i 1985.
- Blybatterier har i dag en løsning med tilnærmet 100 % gjenvinning. Volumet vil nok endres med overgang til elbiler, men også disse har blybatteri og utfasingen vil være langsom. Det vil bli behov for behandlingsløsning for kasserte elbilbatterier, men det er svært lite trolig at dette vil havne på deponi for uorganisk farlig avfall. Her er kjemien også i stor grad organisk.
- Kasserte kjemikalier består av et stort antall enkeltleveranser av småemballasje med kjemikalier, både levert til gjenbruksstasjoner og fra industri og annen aktivitet. Dette utgjør ikke et nevneverdig volum i forbindelse med deponikapasitet, men er generelt en utfordring som kanskje kan sees på i en annen sammenheng.
- I sekkeposten 'Annet uorganisk farlig avfall' finner vi en rekke mindre volumer fra mange avfallskoder og som ikke påvirker deponimengdene i vesentlig grad.

4.1 Ottem prosjekt for Spent Pot Liner (SPL), Sunndalsøra

Ottem på Sunndalsøra har utviklet en prosess for plasmaforgassing av spent potliner (SPL). SPL er bunnen av de enkelte smelteovnene. Et større aluminiumsverk kan ha bortimot 1 000 ovner som hver har en teknisk levetid på kanskje 5-8 år før de graves ut og nye bygges, Grafitten i foringene planlegges gassifisert med plasmaflammer og er tenkt solgt som syngass eller energigass. Gassifisert



fluor fanges opp ved vasking gjennom inngående aluminiumsoksid til smelteverket, og man sparer dermed noe jomfruelig fluortilsats i badene. Videre vil aluminiumen fra badeveggene fordampe og senere kondenseres til gjenvinning mens rest steinen er så ren at den kan gå til betongproduksjon.

Per i dag har de ikke hatt avsetning på gassen, men dette virker å være i endring så prosjektet kan komme kommersielt i drift i løpet av de neste to årene.

Parallelt med Ottem, har industrien selv (Alcoa og Hydro) med støtte av SINTEF m/flere jobbet via Forskningsrådets BIA prosjekt NoDeSPol for å finne en løsning på gjenvinning av de 25 000 tonnene med SPL det produseres i landet hvert år. Det prosjektet ble avsluttet uten hell grunnet utstyrstekniske problemer, slik at per i dag synes Ottem å være nærmest en løsning.

4.2 Utvidelsen av Boliden Odda - Green Zink 4.0

Boliden Odda driver med produksjon av sink og sinklegeringer, og har egne fjellhaller for deponering av egenprodusert farlig avfall som de også vil fortsette med i overskuelig framtid. Utviklingen her vil derfor ikke påvirke det nasjonale deponibehovet.

Bolidens utvidelse av produksjonen i Odda er tiltenkt å muliggjøre økt materialgjenvinning etter utvidelsen. Arbeidet med utvidelsen er i gang og det signaliseres ingen endring i planene om økt materialgjenvinning nå. Boliden har bygget ut store fjellhaller i nær tilknytning til fabrikken i Odda, der slam fra produksjonen pumpes inn og mekanisk avvannes slik at en tørr "kake" blir liggende igjen i fjellet mens overskuddsvannet pumpes tilbake som råvare i produksjonen. Ved utvidelsen av kapasiteten (+70 %) forventer man både å ta ut sølv og bly av disse massene som kan gi et noe renere deponimasse og forbedret økonomi. Her bygges flere haller ved behov.

4.3 PRICE

PRICE er et kompetansebyggende prosjekt for næringslivet med deltakende industribedrifter Boliden Odda, Glencore Nikkelverk, KA Rasmussen, NOAH, Solberg Industri og Yara International, samt forskningsinstitusjonene SINTEF Industri, NTNU og UiO. Prosjektet er en del av Forskningsrådets brukerstyrte innovasjonsarena (BIA). PRICE er et akronym for "PRocess Industries in the Circular Economy". Formålet er å bringe de deltakende industribedriftene nærmere en sirkulær økonomi. Dette innebærer mulighet for økt gjenvinning av verdielementer fra avfall og utgående væskestrømmer, reduksjon av tungmetaller og toksiske komponenter i produkter, bedre utnyttelse av råvarene og reduksjon i energiforbruket.

4.4 Badeland

Badeland (Resirkulering av bad fra elektrolyse av aluminium) er et annet BIA prosjekt delfinansiert av Forskningsrådet. Prosjektet driftes av Alcoa i Mosjøen og har som mål bl.a. å redusere mengde farlig avfall fra badet i aluminiumselektrolyseprosessen gjennom bedre justering av tilsatsstoffer i badet.

4.5 Andre prosjekter

Forskningsrådet, Enova og andre støtter jevnlig en rekke forskningsprosjekt og nettverk som har målsetning om økt bruk av sidestrømmer og biprodukter på tvers av industrien, samt å redusere

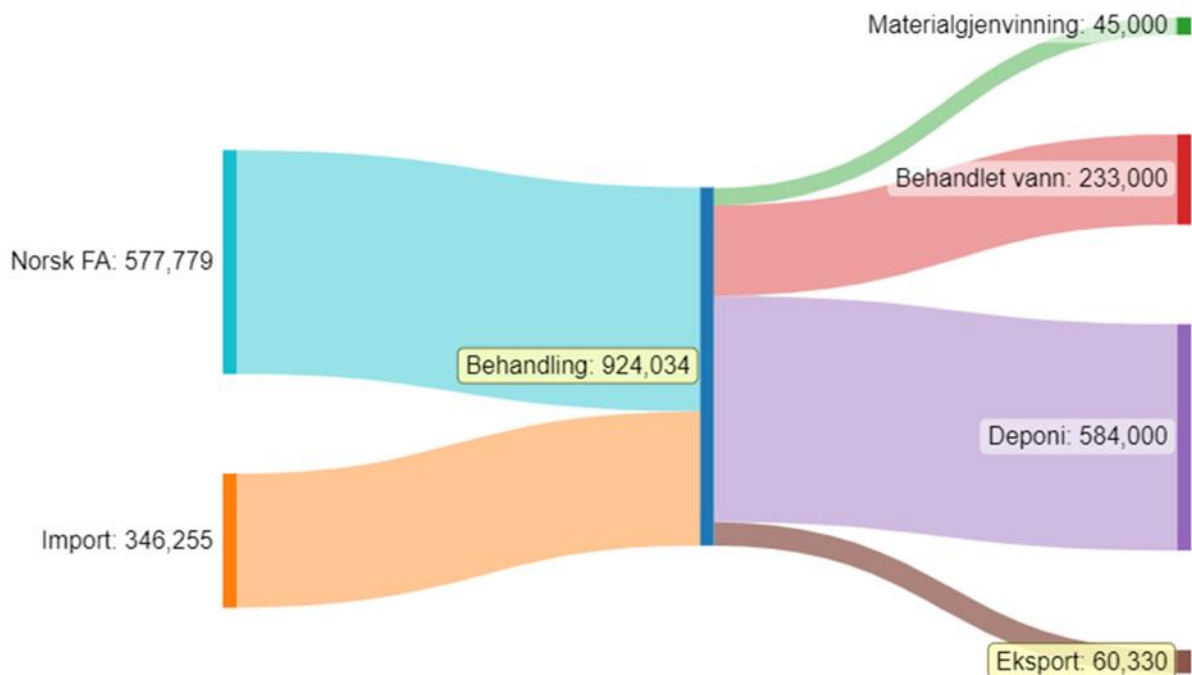


produksjon av farlig uorganisk avfall fra de samme prosessene. Dette gjelder for eksempel Glencores "Waste to value" (Forskningsrådet), Hydrometallurgisk Nettverk (Forskningsrådet Kompetanse og samarbeidsprosjekt) NOBAI (aluminiumsindustrien / Forskningsrådet og ValSiG for silisiumsindustrien / Forskningsrådet).

Felles for disse prosjektene er at de ikke gir signifikante bidrag hver for seg, men bygger kompetanse over tid som forventes gi en jevn reduksjon i mengden og farligheten til avfall fra industrien som produseres fremover.

5 Hvordan påvirker utviklingen i behandlingsmetoder prognosene for mengdene farlig avfall i Norge?

En visualisering av avfallsstrømmene av uorganisk farlig avfall i 2022 er gitt i Figur 8. Dette er basert på tallgrunnet i Tabell 1 samt Mepex' kunnskap om materialgjenvinning per i dag og vannmengder som tas ut gjennom behandling, eventuelt deponeres som fukt.



Figur 8: Flyttdiagram avfallshåndtering farlig uorganisk avfall 2022, kilde Miljødirektoratet, behandlet av Mepex

Omtrent halvparten av tilførselen av farlig avfall fra Norge er knyttet til tynnnsyre fra Kronos samt flygeaske fra norske forbrenningsanlegg. Importert farlig avfall består nesten utelukkende av flygeaske importert for å behandle tynnnsyren samt bidra til stabilisering av annet farlig uorganisk avfall i deponiet på Langøya. Fra denne prosessen skilles det så ut en mengde vann som enten brukes i behandlingen eller slippes rensset ut i naturen, uten at vi kan kalle det materialgjenvinning.

Basert på tidligere arbeider og innsamlet informasjon i forbindelse med dette arbeidet er det tydelig at det største potensialet for endringer ligger i mengdene tynnnsyre og flygeaske. Disse to henger nøye



sammen i NOAHs prosess på Langøya. Større endringer i mengde syre eller flygeaske vil også kunne få konsekvenser for blandingene og mengder annet avfall som kan stabiliseres i reaksjonsrestene mellom syre og aske.

Spådommer, scenarier eller prognoser om framtidig utvikling er vanskelig, og slår sjelden til. Dette gjelder også framtidig deponibehov for uorganisk farlig avfall. Mange ulike faktorer påvirker det framtidige behovet og den totale virkningen er vanskelig å predikere:

- Produksjonen av flygeaske fra avfallsforbrenning vil holde seg relativt konstant i lang tid framover både i Norge og våre naboland. Nye gjenvinningsløsninger vil trolig ta over for dagens deponiløsning på Langøya, men det er vanskelig å forutse hvor fort dette vil skje. Det ser ut til at utviklingen skjer raskere i Sverige og Danmark der det allerede er realisert alternative teknologier som vil kunne påvirke importen til Norge fram mot 2030. Myndighetene både i Norge og våre naboland vurderer å sette begrensninger på import og eksport. Dersom import av flygeaske til Norge stanses eller reduseres fram mot 2030, kan det fremtvinge alternative behandlingsløsninger for tynnnsyre (se under).
- Gjenvinning av flygeaske fra norsk avfallsforbrenning ser ut til å ligge noe lenger fram i tid. Flere teknologiske løsninger er aktuelle, men ingen konkrete planer er realisert. De norske forbrenningsanleggene virker mer opptatt av andre forhold (CO₂-avgift og karbonfangst). Vi tror de i det lengste vil unngå kostbare investeringer i gjenvinningsløsninger så lenge muligheten for deponering fortsatt finnes.
- Kronos forventer full produksjon i 2024 som betyr produksjon av tynnnsyre kommer tilbake på nivået som før 2023. Reduksjon i produksjonen i 2022/2023 illustrerer imidlertid at det er usikkerhet i framtidige volumer som følge av bl.a. energipriser og etterspørsel produktene fra Kronos i en usikker verdensøkonomi. En sterk reduksjon i import av flygeaske vil framtvinge alternative behandlingsløsninger for tynnnsyre. Slike løsninger foreligger, men vil medføre økte behandlingskostnader. Kronos har ikke gitt signaler om hva de vil gjøre hvis eller når situasjonen oppstår at tynnnsyre ikke kan behandles ved NOAH til dagens vilkår.
- Produksjon av andre typer uorganisk farlig avfall vil fortsette som nå, eller trolig øke slik det har gjort historisk. Pågående forskningsaktivitet forventes å redusere noen strømmer, mens andre må påventes å vokse frem en periode. Mye av dette avfallet behandles av NOAH i dag, men det finnes alternative løsninger for enkelte avfallstyper og det er et moderat alternativt deponivolum hos Miljøteknikk Terrateam i Mo i Rana.

Oppsummert er det mange faktorer og stor usikkerhet. Derfor kan vi ikke fastslå framtidig behov for deponi for uorganisk farlig avfall med tilstrekkelig grad av sikkerhet. Fram mot 2030 vil trolig behovet gå ned som følge av redusert import. Mest trolig vil dette skje moderat og gradvis. Etter 2030 vil det fortsatt være behov for deponikapasitet, men hvor mye som kreves er betinget av framvekst av alternative teknologier. Det finnes deponikapasitet ved Terrateam i Mo i Rana som kan være tilstrekkelig om det etableres en annen løsning for tynnnsyre og flygeaske.



Flere av saltgjenvinningsteknologiene fra aske har nådd høy grad av modenhet, og større forbrenningsanlegg utenfor Norge ser på disse løsningene. Dette vil kunne medføre at tilgangen på flygeaske for import kan bli redusert. Svenske og danske myndigheter vurderer om dagens løsning på Langøya er å regne som en gjenvinnings- eller sluttbehandlingsløsning for håndtering av flygeaske. Som omtalt tidligere har Naturvårdsverket landet på at dette er sluttbehandling. Det kan tenkes at det vil komme restriksjoner for eksport av flygeaske til Norge i en slik situasjon. Dette spesielt om alternative løsninger finnes i de enkelte land, slik som Ash2Salt og Halosep.

Til tross for investeringer i utstyr, vil større forbrenningsanlegg fortsatt se økonomi i slike prosjekt, fordi mengden flygeaske reduseres, samtidig som at den kan legges på deponier for ordinært avfall, hvilket utgjør en merkbar kostnadsbesparelse. Enkelte store norske anlegg kan tenkes å gå til dette skrittet, men trolig først i sammenheng med at kjeler eller renseanlegg skal byttes ut etter teknisk levetid. Samarbeid mellom flere anlegg kan også være nødvendig for å få lønnsomhet i prosjektet, spesielt for mindre anlegg.

Erfaringene fra 2023 viser at NOAH er i stand til å håndtere relativt store variasjoner i syremengder ved justering av pH-profilen i reseptene sine. Reaksjonen mellom kalken i flygeasken og svovelgruppen i svovelsyren der det dannes gips, skjer innenfor et moderat område av pH, slik at man har noe variasjonsmulighet i blandingsforholdet av syre og aske og likevel få dannet den stabiliserende gipsen som binder tungmetallene. Vi vet ikke om blandingsforholdet kan endres motsatt vei, med lavere andel flygeaske. Dette vil i så fall også gi lavere deponimengder etter prosessering hvis man har noe mindre flygeaske tilgjengelig enn i dag.

Flere analyser (Mepex 2016, Bergfald 2018, InErgeo 2018 og Oslo Economics 2022) viser at det foregår mye forskning og utvikling på materialgjenvinning av spesielt metaller og mineraler fra industrien. Disse prosessene har lengre tidshorisont enn prosessene på flygeaske, ettersom det er snakk om både utdannelse av forskere og utvikling av prosesser, men det har vært antydning blant annet av InErgeo-rapporten at materialgjenvinningsselementet i figuren over kan dobles eller vel så det innen 2030. Det synes likevel klart at det vil være et behov for deponering også fremover.



Vedlegg 1: Uorganisk farlig avfall deklarerert i Norge 2022

Avfallsstoffnr	Stoffnavn	EALkodenavn	Mengde (tonn)
7081	Kvikksølvholdig avfall	01 Avfall fra leting, utvinning ved gruvedrift og i steinbrudd, og fysisk og kjemisk behandling av mineraler	6
		06 Avfall fra uorganiske kjemiske prosesser	241
7082	Kvikksølvholdige batterier	16 Avfall som ikke er spesifisert andre steder i listen	2
7083	Kadmiumholdig avfall	17 Avfall fra bygge- og rivingsarbeid (herunder overskuddsmasse fra forurensede byggeplasser)	329
7084	Kadmiumholdige batterier	16 Avfall som ikke er spesifisert andre steder i listen	236
7085	Amalgam	18 Avfall fra medisinsk behandling eller veterinærbehandling og/eller tilhørende forskning (unntatt kjøkken- og restaurantavfall som ikke har direkte tilknytning til medisinsk behandling)	5
7086	Lysstoffrør og sparepærer	20 Kommunalt avfall (husholdningsavfall og lignende avfall fra handel, industri og institusjoner) herunder separat innsamlede fraksjoner.	768
7091	Uorganiske salter og annet fast stoff	02 Avfall fra jordbruk, hagebruk, akvakultur, skogbruk, jakt og fiske samt produksjon og bearbeiding av næringsmidler	585
		06 Avfall fra uorganiske kjemiske prosesser	328
		10 Avfall fra varmebehandlingsprosesser	10 160
		11 Avfall fra kjemisk overflatebehandling og belegging av metaller og andre materialer, og fra hydrometallurgi med ikke-jernholdige metaller	72
		12 Avfall fra forming og fysisk og mekanisk overflatebehandling av metaller og plaststoffer	35
		16 Avfall som ikke er spesifisert andre steder i listen	715
		17 Avfall fra bygge- og rivingsarbeid (herunder overskuddsmasse fra forurensede byggeplasser)	2 354
		19 Avfall fra avfallsbehandlingsanlegg og eksterne avløpsrensaneanlegg og fra fremstilling av drikkevann og vann til industriell bruk	150
20 Kommunalt avfall (husholdningsavfall og lignende avfall fra handel, industri og institusjoner) herunder separat innsamlede fraksjoner.	31		



Avfallsstoffnr	Stoffnavn	EALkodenavn	Mengde (tonn)
7092	Blyakkumulatorer	16 Avfall som ikke er spesifisert andre steder i listen	18 733
		17 Avfall fra bygge- og rivingsarbeid (herunder overskuddsmasse fra forurensede byggeplasser)	18
		20 Kommunalt avfall (husholdningsavfall og lignende avfall fra handel, industri og institusjoner) herunder separat innsamlede fraksjoner.	165
7093	Småbatterier usortert	20 Kommunalt avfall (husholdningsavfall og lignende avfall fra handel, industri og institusjoner) herunder separat innsamlede fraksjoner.	1 607
7094	Litiumbatterier	16 Avfall som ikke er spesifisert andre steder i listen	78
		20 Kommunalt avfall (husholdningsavfall og lignende avfall fra handel, industri og institusjoner) herunder separat innsamlede fraksjoner.	54
7095	Metallhydroksidslam	06 Avfall fra uorganiske kjemiske prosesser	118
		11 Avfall fra kjemisk overflatebehandling og belegging av metaller og andre materialer, og fra hydrometallurgi med ikke-jernholdige metaller	408
7096	Slagg, støv, flygeaske, katalysatorer, blåsesand m.m.	01 Avfall fra leting, utvinning ved gruvedrift og i steinbrudd, og fysisk og kjemisk behandling av mineraler	115
		06 Avfall fra uorganiske kjemiske prosesser	1 142
		08 Avfall fra produksjon, bearbeiding, distribusjon og bruk (PBDB) av beleggingsprodukter (malinger, lakker og glassemaljer), klebemidler, tetningsmasser og trykkfarger	18
		10 Avfall fra varmebehandlingsprosesser	90 309
		12 Avfall fra forming og fysisk og mekanisk overflatebehandling av metaller og plaststoffer	3 527
		16 Avfall som ikke er spesifisert andre steder i listen	28 152
		17 Avfall fra bygge- og rivingsarbeid (herunder overskuddsmasse fra forurensede byggeplasser)	41 089
7097	Uorganiske løsninger og bad	19 Avfall fra avfallsbehandlingsanlegg og eksterne avløpsrensaneanlegg og fra fremstilling av drikkevann og vann til industriell bruk	67 071
		01 Avfall fra leting, utvinning ved gruvedrift og i steinbrudd, og fysisk og kjemisk behandling av mineraler	30
		06 Avfall fra uorganiske kjemiske prosesser	349
		11 Avfall fra kjemisk overflatebehandling og belegging av metaller og andre materialer, og fra hydrometallurgi med ikke-jernholdige metaller	417
		16 Avfall som ikke er spesifisert andre steder i listen	14 231
		19 Avfall fra avfallsbehandlingsanlegg og eksterne avløpsrensaneanlegg og fra fremstilling av drikkevann og vann til industriell bruk	22



Avfallsstoffnr	Stoffnavn	EALkodenavn	Mengde (tonn)
7100	Cyanidholdig avfall	11 Avfall fra kjemisk overflatebehandling og belegging av metaller og andre materialer, og fra hydrometallurgi med ikke-jernholdige metaller	2
7131	Syrer, uorganiske	06 Avfall fra uorganiske kjemiske prosesser	309 923
		11 Avfall fra kjemisk overflatebehandling og belegging av metaller og andre materialer, og fra hydrometallurgi med ikke-jernholdige metaller	705
		16 Avfall som ikke er spesifisert andre steder i listen	166
		19 Avfall fra avfallsbehandlingsanlegg og eksterne avløpsrensaneanlegg og fra fremstilling av drikkevann og vann til industriell bruk	60
		20 Kommunalt avfall (husholdningsavfall og lignende avfall fra handel, industri og institusjoner) herunder separat innsamlede fraksjoner.	22
7132	Baser, uorganiske	06 Avfall fra uorganiske kjemiske prosesser	3 594
		07 Avfall fra organiske kjemiske prosesser	53
		10 Avfall fra varmebehandlingsprosesser	540
		16 Avfall som ikke er spesifisert andre steder i listen	327
		17 Avfall fra bygge- og rivingsarbeid (herunder overskuddsmasse fra forurensete byggeplasser)	1 049
		18 Avfall fra medisinsk behandling eller veterinærbehandling og/eller tilhørende forskning (unntatt kjøkken- og restaurantavfall som ikke har direkte tilknytning til medisinsk behandling)	5
		20 Kommunalt avfall (husholdningsavfall og lignende avfall fra handel, industri og institusjoner) herunder separat innsamlede fraksjoner.	192
7220	Fotokjemikalier	09 Avfall fra fotografisk industri	229
		20 Kommunalt avfall (husholdningsavfall og lignende avfall fra handel, industri og institusjoner) herunder separat innsamlede fraksjoner.	14
7250	Asbest	06 Avfall fra uorganiske kjemiske prosesser	46
		10 Avfall fra varmebehandlingsprosesser	140
		16 Avfall som ikke er spesifisert andre steder i listen	26
		17 Avfall fra bygge- og rivingsarbeid (herunder overskuddsmasse fra forurensete byggeplasser)	16 668
		Totalsum ex småposter < 10 tonn	617 432