Re-GAC: gjenvinning av granulert aktivt kull til vann- og luktrensing

# Om bedriften og prosjektet

## Om bedriften

### Beskriv bedriftens virksomhet:

Lindum AS er en av Norges ledende virksomheter innen biologisk behandling av avfall, forurensede masser, samt deponering og gjenvinning. Lindum er et kommersielt selskap eid av Drammen kommune. I 2019 omsatte konsernet for drøyt MNOK 642 og håndterte 1,3 millioner tonn avfall og forurensede masser. Konsernet, med sine nesten 200 ansatte, har sitt hovedkontor i Drammen med virksomhet på store deler av Østlandet rundt Oslofjorden, deler av Vestlandet og Sørlandet. Lindum satser på forskning og utvikling for å øke konkurransekraften, utvikle ny teknologi, og åpne nye markedsmuligheter, og har siden etableringen jobbet målrettet med forskning og utvikling innen avfallshåndtering og ressursutnyttelse. Gjennom sitt arbeid er Lindum AS involvert i mange FoU-prosjekter og jobber tett med vitenskapelige fagmiljøer som NMBU, USN, Sintef, NGI, NIBIO og Østlandsforskning. Selskapet har stort fokus på sirkulær økonomi og det grønne skiftet, og er et av få selskaper i bransjen med egen FoU-avdeling.

## Om prosjektet

### Beskriv kort bakgrunnen for prosjektet:

Det er i dag høy etterspørsel etter aktivt kull som sorbent til vann- jord- og luftrensing i vannverk, deponier og biogassanlegg i Norge. Som følge av strengere krav til vannrensingseffekt er behovet for aktivt kull forventet å øke. Lindum drifter flere deponier og biogassanlegg med et årlig forbruk på om lag 500 tonn aktivt kull årlig for å oppfylle kravene til sigevannskvalitet og sorpsjon av lukt fra industrielle prosesser. I et globalt perspektiv medfører et høyt forbruk av aktivt kull merkbare klimagassutslipp og naturinngrep ved utvinning av kull fra fossile kilder. I de fleste tilfeller må det aktive kullet byttes ut før den teoretiske sorpsjonskapasiteten til materialet er nådd. For bedriftene medfører den korte levetiden til kullet økonomiske konsekvenser som følge av i) ressursbruk ved høy byttefrekvens, ii) innkjøp av jomfruelig kull, og iii) avgift ved deponering.

I flere deler av verden har regenerering av aktivt kull blitt en etablert praksis. Regenerering betyr at kullet gjennomgår en varmebehandling som gjør at de adsorberte stoffene på kullets overflate mineraliseres slik at det kan brukes på nytt. Kull som har nådd sin sorpsjonskapasitet leveres enten tilbake til produsenten eller et eksternt anlegg som regenererer kullet ved bruk av ulike teknologier. Den mest utbredte teknologien er termisk regenerering ved pyrolyse. Når kullet varmes opp ved høy nok temperatur og uten tilgang på oksygen, blir miljøgiftene og luktmolekylene brent opp, samtidig som kullet opprettholder mye av porøsiteten, noe som er avgjørende for god sorpsjon. Kvaliteten på det regenererte kullet varierer ut fra blant annet temperatur, bruksområde og antall regenereringssykluser.

Lindums datterselskap, Clairs, bruker større mengder aktivt kull til luktrensing. Lindum mottar også brukt aktivt kull fra drikkevannsproduksjon til deponering. Norge ligger flere tiår bak blant annet USA, Spania og flere land i Asia når det kommer til gjenbruk av aktivt kull. Det er derfor høyst nødvendig at norske bedrifter tar grep for å innføre regenerering som en standard behandlingsmetode for brukt GAC slik at det kan bli en gjenvinnbar ressurs. Prosjektet, «RE-GAC: gjenvinning av granulert aktivt kull til vann- og luktrensing», vil undersøke mulighetene for Lindum å regenerere brukt aktivt kull fra forbrukere av GAC på Østlandet og internt. Lindums tidligere skatteFUNN prosjekt, «bærekraftig bruk av aktivt kull til rensing av sigevann fra deponi», har gjort preliminære tester som viser at det er mye som tyder på at regenerert GAC pyrolysert på Lindums anlegg er gode sorbenter til rensing av sigevann. De preliminære indikasjonene gjør at prosjekt re-GAC har gode forutsetninger for å kunne utføre målrettet forskningsarbeid der resultatene relativt raskt vil kunne endre Lindums drift til å valorisere nok en avfallsfraksjon med betydelige miljøgevinster.

### På hvilken måte skiller prosjektet seg fra bedriftens normale drift?

* Prosjektet vill teste om regenerert GAC (re-GAC) kan erstatte de ulike bruksområdene jomfruelig GAC (jfr-GAC) har på Lindum i dag
* Systematisk uttesting av brukt aktivt kull fra ulike industrier (inkludert Lindums egne), gjennom oppskalert testing på pilotanlegg og på deponiet innenfor et gitt tidsrom. Dette krever mottak av aktivt kull spesifikt til forskningsformål og oppsett av felteksperimenter på lab og i felt (luktrensningseksperimenter, utlekkingstester og sorpsjonstester)
* Prosjektet har en begrenset kostnads- og tidsramme, og gjennomføres ved selskapets FoU-avdeling

# Prosjektplan

## Hovedmål, delmål og aktiviteter

### Hovedmål

#### Hva skal dere utvikle? Beskriv kort sluttresultatet:

Prosjektet vil undersøke potensialet for gjenbruk av granulert aktivt kull (GAC) og pelletert aktivt kull (PAC) gjennom pyrolyse som et mer bærekraftig alternativ til deponering. Det ideelle sluttresultatet er at Lindum kan regenerere brukt GAC og PAC fra anleggene til Lindum i tillegg til at Lindum kan motta brukt GAC og PAC fra renseanlegg på Østlandet som returneres til kunden for ny bruk.

### Prosjektperiode

01.01.2023 – 31.01.2025

### Delmål med aktiviteter

#### Pyrolyse/regenerering

* Regenerere brukt GAC og PAC fra Clairs i MAP
* Regenerere GAC og PAC brukt til vannrensing av sigevann fra PFAS-cellene i Oredalen eller vannrensing
* Teste hvilken temperatur og oppholdstid som er ideell for å oppnå regenerert sorpsjonskapasitet/luktrensningskapasitet
* Yield, massebalanse

#### Massebalanse av PFAS og tungmetaller til brukt GAC under pyrolyse (det antas at de andre POPs forsvinner før PFAS ved lik behandling)

##### Bakgrunn

For bestemmelse av massebalanse til utvalgte miljøgifter/tungmetaller som finnes i brukt aktivt kull, er det hovedsakelig tre faser stoffene kan fordele seg på: 1) avgassene, også kalt syngass, 2) bioolje, en flytende oljeaktig fraksjon som kondenserer før det når brennkammeret for syngassen, og 3) biokullet. Når brukt GAC ladet med miljøgifter og tungmetaller pyrolyseres, endres massebalansen til stoffene. Ideelt mineraliseres de organiske miljøgiftene og slippes ut gjennom avgassen som CO2 og vann. Men, tidligere forskning har vist at PFAS, er nokså resistent mot termisk behandling. I stedet for fullstendig mineralisering brytes langkjedede PFAS ned til en rekke kortere nedbrytningsprodukter. Dette kompliserer muligheten for en massebalanse for de ulike PFAS-kongenerene under pyrolyse. Metallene, derimot, kan ikke ødelegges og det er dermed enklere å finne ut hvordan de fordeler seg i de ulike fasene under pyrolyse.

Det er utfordrende å bestemme konsentrasjonen av PFAS i biokullet og biooljen med dagens analytiske metoder. Dette skyldes at PFAS er hardt bundet til kull, og at bioolje er en svært krevende matriks. Flere studier konkluderer med at PFAS mineraliseres ved pyrolyse på 700 persistente forbindelsene også er de som sitter hardest bundet til kulloverflaten, i tillegg til at det også er mulig at PFAS har blitt en del av kullmatriksen under termisk behandling. Det forventes også at det er en forskjell på pyrolyse av råstoff som inneholder PFAS som for eksempel slam, og aktivt kull som har blitt brukt som sorbent for PFAS. Derfor vet man ikke med sikkerhet om PFAS under regenerering har blitt en del av kull-matriksen, fortsatt sitter på kullet eller har gått over til olje og/eller gass-fasene. Det er derfor behov for testing ved bruk av bedre ekstraksjonsmetoder for regenerering av PFAS-ladet GAC som kan bidra til en bedre forståelse av mineraliseringen av PFAS under oppvarming og massebalansen mellom de tre fasene, gass, kull og olje under pyrolyse.

Som et alternativ til en total massebalanse for PFAS, er det mulig å bestemme adsorberende organisk fluor (AOF)

* Beskrivelse av aktivitet: bestemme massebalansen av PFAS sorbert til aktivt kull for jfr-GAC og re-GAC, i tillegg til massebalansen av andre relevante miljøgifter og metaller som BTEX, PCB, PAH, ftalater, svovel, As, Ni, Cu og Pb.
* Ekstraksjonene kan potensielt utføres på Lindums eget laboratorium da kommersielle aktører som Eurofins per i dag ikke tilbyr den ønskede metoden.

#### Sorpsjon av lukt til re-GAC

* Gjennomføre lab-skala luktrensingsforsøk med re-GAC og jfr-GAC for sammenligning
* Forsøke å bestemme sorpsjonskapasiteten av luktstoffer til kullene
* Forsøkene skal utføres i samarbeid med Zebens skattefunnprosjekt som går på nettopp dette

#### Sorpsjon og utlekking av miljøgifter og giftige metaller for re-GAC

* Teste re-GACs sorpsjonsevne og utlekking av miljøgifter og giftige metaller gjennom utlekkingstester og ristetester på lab
* Lage isotermer for å sammenligne sorpsjonskapasiteten til jfr-GAC og re-GAC
* sorpsjon av relevante sigevannskomponenter (for eksempel PFAS, BTEX, PCB, PAH, ftalater, svovel, As, Ni, Cu, Pb) til re-GAC sammenlignet med jfr-GAC. Laboratoriebaserte utlekkingstester med sigevann med relevante parametere
* Fargetester som proxy, kostnads- og tidsbesparende

#### Bruk av re-GAC i pilottester på Lindum

* Uttesting av re-GAC for rensing av sigevann fra PFAS-cellene i Oredalen.
* Overvåkning av relevante vannkvalitetsparametere

# Fremdriftsplan

# Utdyping av prosjektets FoU-innhold

#### Hvilke deler av prosjektet vil by å de vanskeligste utfordringene? Hvordan går dere frem for å løse dem? Hvis du allerede har svart på dette, trenger du ikke skrive inn noe her

# Prosjektresultater

## Ny vare, tjeneste eller produksjonsprosess

#### Beskriv hva som er nytt eller forbedret ved varen, tjenesten eller produksjonsprosessen. Sammenlign med eksisterende (eventuelt manglende) løsninger i markedet.

I dag benyttes aktivt kull til rensing i industriprosesser, til rensing av drikkevann og til rensing av avgasser. Når renseprosessen ikke er effektiv nok lenger, byttes kullet ut og deponeres i de fleste tilfeller. Konsekvensen er at store kvanta kull hvert år havner på deponi, til tross for at materialets renseevne for andre anvendelser trolig ikke er brukt opp. Dette resulterer i økte utgifter for industribedriftene gjennom hyppig utbytting av kullet og høye deponeringskostnader, samt dårlig utnyttelse av begrenset deponikapasitet.

Med et økende fokus på sirkulære prosesser, effektiv, ressursutnyttelse og utslipp av klimagasser og forurensninger stilles det krav til å tenke nytt om produktene rundt oss. Dette prosjektet ønsker å bidra til en bærekraftig håndtering av aktivt kult for sigevannsrensing på deponiet. Samfunnsmessig vil prosjektet bidra til forebygging av avfall, i tråd med EUs handlingsplan for sirkulær økonomi og Stortingsmelding 45 (2016-17) om avfall som ressurs.

### Hvem er de fremste konkurrentene?

Andre deponier som mottar brukt aktivt kull. Vi kjenner ikke til liknende prosjekter hos noen av konkurrentene.

# Nytte for bedriften

#### Hvilken kommersiell eller annen nytte vil bedriften ha av prosjektresultatet?

Dersom prosjektet lykkes, vill prosjektet ha følgende nytte for Lindum:

* Direkte økonomisk lønnsomt i form av ombruk av brukt aktivt kull til sigevannsrensing på Lindums deponier deponi fremfor innkjøp av jomfruelig kull
* Fremtidig kommersiell nytte ved at kunnskapen kan danne grunnlag for å utnytte nye forretningsområder knyttet til ombruk av lettere forurenset, brukt kull
* Omdømmemessig forenelig med vår visjon og strategi, hvor vi setter fokus på en bærekraftig håndtering av ressursene i kretsløpene vi omgir oss med

# Ny kunnskap og nye ferdigheter

#### Hva slags ny kunnskap og ferdigheter ser dere for dere å sitte igjen med når dere har gjennomført prosjektet? Merk at det må være nytt for bransjen, ikke kun for bedriften

Prosjektet vil frembringe kunnskap om muligheten for regenerering av brukt aktivt kull. Utvinning og fremstilling av aktivt kull skaper merkbare klimagassutslipp globalt. Økt kunnskap om regenerering og gjenbruk av aktivt kull vil redusere behovet for produksjon av jomfruelig kull

Konkret kunnskap som er ønskelig å få frem:

* Erfaringer og kunnskap om gjenbruk av allerede brukt kull fra industriprosesser til rensing av sigevann på deponi
* Helhetlig forståelse av parameterne i sigevannet som svekker levetiden til det aktive kullet
* Erfaringer ved bruk av ulike avfallsfraksjoner på deponiet som er del av den helhetlige sigevannsløsningen på et deponi

Forskningsarbeidet kan danne grunnlag for en eller flere vitenskapelige publikasjoner

# Budsjett, finansieringsplan og ressurser

## Kostnadsbudsjett og finansieringsplan (oppgi alle beløp i 1000 NOK)

**Kommentar til kostnadsbudsjettet**

## Finansieringsplan (oppgi alle beløp i 1000 NOK)

**Kommentar til finansieringsplanen**

## Ressurser i prosjektet

## Utdanning og erfaring

### Hvilket utdanningsnivå har medarbeidere i prosjektet?

# Bedriftsopplysninger