RAPPORT

Risiko- og sårbarhetsanalyse til konsekvensutredning for Elkems anodegrafittfabrikk på Herøya

OPPDRAGSGIVER
Elkem

EMNE
ROS-analyse

DATO / REVISJON: 28.06.22/02
DOKUMENTKODE: EAGP-05-REP-000026

Multiconsult

02	28.06.2022	Revidert utgave	Bjørnar Raaen	Harald Haarstad	Harald Haarstad
01	01.07.2021	Første utgivelse	Bjørnar Raaen og Cecilie Fleming	Henrik Bjelland	Harald Haarstad
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Multiconsult

RAPPORT

OPPDRAG	Ecar Ny fabrikk grafitt	DOKUMENTKODE	EAGP-05-REP-000026
EMNE	ROS-analyse for utslippstillatelse	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Elkem Advanced Battery Materials AS	OPPDRAGSLEDER	Harald Haarstad
KONTAKTPERSON	Oddbjørn Nilsen	UTARBEIDET AV	Bjørnar Raaen og Cecilie Fleming
		ANSVARLIG ENHET	10106060 HMS- og risikostyring, Multiconsult Norge AS

SAMMENDRAG MED ANBEFALINGER

I forbindelse med Elkems etablering av ny anodegrafittfabrikk på Herøya er det utarbeidet en ROS-analyse med mål å sikre at forhold som kan medføre alvorlige konsekvenser for mennesker (helse og sikkerhet) og miljøet blir identifisert og vurdert slik at Elkem kan redusere eventuell risiko og sårbarhet knyttet til fabrikken.

Det er identifisert 20 uønskede hendelser for anodegrafittfabrikken. Av disse vurderes 18 å være relevante med tanke på helse og sikkerhet, mens 15 vurderes til å representere en risiko for miljø. Ingen av de identifiserte hendelsene vurderes til å representere uakseptabel risiko. Med tanke på helse og sikkerhet er det uønskede hendelser knyttet til eksplosjon som vurderes å utgjøre det største risikobidraget ved fabrikken. Videre karakteriseres hendelser knyttet til luftforurensning og kvelende atmosfære inne i fabrikken ved tolerabel risiko.

Den største risikoen for miljøet vurderes til å være hendelser knyttet til luft og vannforurensning. For alle disse hendelsene er det snakk om utslipp av bek, PAH og/ eller H_2S. Det er usikkerhet knyttet til hvor store mengder støv og gass som realistisk sett kan kunne slippes ut fra fabrikken. Det er derfor valgt å vurdere hendelser hvor utslippsmengden av disse stoffene er høyt.

På bakgrunn av de identifiserte og risikovurderte uønskede hendelsene er det identifisert 28 ulike tekniske og organisatoriske risikoreduserende tiltak. Da det ikke er identifisert uakseptable risikoforhold ved fabrikken er tiltak vurdert på bakgrunn av ALARP-prinsippet. Flere av de identifiserte tiltakene vil ha en risikoreduserende effekt for flere av hendelsene. Noen av de viktigste tiltakene omhandler tilstrekkelig og kontinuerlig tilgang på kjølevann og påliteligheten knyttet til strømtilgang. Årsaken er at bortfall av enten kjølevann eller strøm vil kunne resultere i farlige situasjoner som kan ramme liv og helse samt miljø.

Gitt at identifiserte tiltak implementeres vurderes risikonivået knyttet til den planlagte anodegrafittfabrikken til å være tilfredsstillende iht. risikoakseptkriteriene beskrevet i kapittel 2.6.2.

SUMMARY AND RECOMMENDATIONS

A risk and vulnerability assessment has been conducted for Elkem's planned anode graphite plant at Herøya Industrial Park (HIP). The aim of this assessment is to ensure that possible unintended incidents with severe consequences for health, safety and the environment are identified and evaluated in order to reduce risks and vulnerabilities of the new plant.

This risk assessment has identified twenty incidents. Eighteen incidents are considered relevant for health and safety, whereas fifteen represent a risk to the environment. None of the identified incidents represents an unacceptable risk. Explosions remain the largest risk factor for health and safety at the plant and surrounding areas. Incidents related to air pollution and suffocation (suffocating atmosphere) constitute medium, or tolerable, risk.

Incidents that pollute water and the atmosphere, such as the emission of pitch black, PAH and/or H_2S, represent the greatest risk to the environment. There is uncertainty as to how much dust and gas that could realistically leak or spill from the plant. These incidents have therefore been evaluated on the basis of large emission quantities.

This risk assessment identifies 28 technical and organizational risk reduction measures related to the list of evaluated incidents. Given that there are no unacceptable risks, these proposed risk mitigation measures abide by the ALARP-principle, which implies that the mitigation measures should be implemented unless there is a gross disproportion between the costs and expected effect if the measure. Some of the proposed risk reduction measures will lower the risk of several of the incidents. Some of the most important measures include adequate and continuous access to and circulation of cooling water and the reliability of the electricity supply. Loss of cooling of cooling water or power could result in a chain of events and incidents with consequences for health, safety and the environment.

The risk level for the planned anode graphite plant will satisfy the risk acceptance criteria described in chapter 2.6.2 with the adoption of the identified risk mitigation measures.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning 6
1.1 Hensikten med ROS-analysen 6
1.2 Lovkrav/myndighetskrav 6
1.3 Begrepsforklaring 7
2 Metode 8
2.1 Bakgrunn og fremgangsmåte 8
2.2 Analyseoppsett 9
2.3 Prosess 9
2.3.1 Informasjonsinnhenting 10
2.3.2 Analysemøter 10
2.3.3 Konsultasjon med fagpersoner 11
2.4 Avgrensning av analysen 11
2.5 Kilder 12
2.6 Analysetabell/Risikoregister 12
2.6.1 Sannsynlighet og konsekvensmatrise 12
2.6.2 Risikoakseptmatrise og sammenstilling av risiko 14
3 Analyseobjekt og systembeskrivelse 15
3.1 Planlagt fabrikk 16
3.1.1 Innsatsfaktorer 16
3.1.2 Overordnet prosessbeskrivelse 16
3.2 Omkringliggende virksomheter/område 17
3.3 Planlagte endringer ved HIP 18
3.3.1 Yara 18
3.3.2 Andre planer 18
4 Identifisering av uønskede hendelser 19
5 Risikovurdering 21
5.1 Risikovurdering helse og sikkerhet 26
5.2 Risikovurdering miljø 27
5.3 Vurdering av usikkerhet 27
6 Risikoreduserende tiltak 28
7 Oppsummering og konklusjon 34
8 Referanser 35
9 Vedlegg 36

1 Innledning

Elkem Advanced Battery Materials skal etablere en ny anodegrafittfabrikk i Herøya Industripark. Etableringen på Herøya omtales som Northern Recharge. Fabrikken skal produsere grafitt som skal benyttes i litium-ionbatterier. Herøya Industripark er regulert til industriformål. Industriparken ligger på halvøya Herøya i Porsgrunn kommune. Det har vært industriell virksomhet på halvøya siden 1929, og det er i dag etablert virksomheter som omfatter blant annet forskningspark, brannvesen, prosessindustri og servicevirksomhet. Industriparken dekker et areal på ca. 1,5 km^2 hvor bygningsmassene blant annet inkluderer produksjonslokaler, verksteder, lager, tankterminal, laboratorier, kontorbygg og forsøkshaller. Tre av virksomhetene på Herøya medfører forhøyet risiko og er derfor klassifisert som storulykkevirksomheter.

1.1 Hensikten med ROS-analysen

Hensikten med en ROS-analysen er å gjennomføre en systematisk kartlegging av mulige uønskede hendelser som kan inntreffe ved Northern Recharge, og som kan påvirke samfunnsmessige verdier, slik som helse og sikkerhet, samt miljø. ROS-analysen vil fremme forslag til risikoreduserende tiltak slik at risikoen reduseres til et akseptabelt nivå. ROS-analysen skal også fungere som beslutningsgrunnlag for valg av løsninger og design og vil bidra til å ivareta analyseobjektets verdier og øvrige samfunnsmessige verdier.

1.2 Lovkrav/myndighetskrav

Det er ulike lover og forskrifter som gjelder etablering av virksomheter/fabrikker. Herøya er regulert til industriområde og har lenge vært en etablert industripark. Det har derfor i tidligere planprosesser og regulering av området vært utført ROS-analyser i henhold til plan- og bygningslovens §4-3 [1]. Lovkravet innebærer at ROS-analyser skal gjennomføres for planområdet og at alle risiko- og sårbarhetsforhold av betydning for arealets bruk er belyst. I tillegg skal en ROS-analyse etter plan- og bygningsloven vurdere mulige risikoer og sårbarheter som påføres av utbyggingstiltaket. Denne ROS-analysen er bygget opp basert på veileder for «Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging» [2] som angir metode for ROS etter krav i plan- og bygningsloven. ROS-analysen for Northern Recharge på Herøya utføres ikke for å oppfylle krav i plan- og bygningsloven, men utføres som del av konsekvensutredning etter annet lovverk. Forskrift om konsekvensutredning §10 sier at planer eller tiltak som kan få vesentlige virkning for miljø og samfunn må konsekvensutredes [3]. For etablering er det relevant å vurdere hvordan fabrikken påvirker naturresurser, avfallsproduksjon, forurensning og utslipp. Risiko for alvorlige ulykker eller katastrofer som kan ramme mennesker skal også kartlegges. Hvorvidt etablering av fabrikken medfører økt belastning i et allerede miljøbelastet og forurenset område inngår også som en del av konsekvensutredningen. Det utføres flere delutredninger, knyttet til blant annet avfall og utslipp, som inngår i konsekvensutredningen for Northern Recharge. Disse delutredningene tar for seg forventede konsekvenser av grafittproduksjonen ved normal drift. ROS-analysen, på den annen side, ser på det uventede gjennom en vurdering av mulige uønskede hendelser og konsekvenser disse kan medføre.

Etter Forurensningsloven §13 skal meldepliktige virksomheter utarbeide konsekvensanalyse av mulige virkning av forurensning [4]. En slik konsekvensanalyse skal inneholde informasjon både om forventet forurensning ved normaldrift og forurensning som følge av uhell (eller uønskede hendelser). Elkems anodegrafittfabrikk på Herøya vurderes i denne planfasen til å ikke være en meldepliktig virksomhet iht. Storulykkeforskriften da de mengder farlig stoff som benyttes vil ligge under forskriftens definerte grenseverdier. Det er likevel Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) som vil avgjøre hvorvidt virksomheten er meldepliktig. Selv om anodegrafittfabrikken ikke vil falle innunder Forskriftens definisjon på storulykkevirksomhet basert på lagring og bruk av kjemikalier over definerte grenseverdier, vil

forskriften likevel kunne gjøre seg gjeldende. Dette fordi fabrikken vil være nærliggende til andre storulykkevirksomheter. I §1.3 av forskriften står det at ansvarlige i storulykkevirksomheter skal identifisere virksomheter hvor det kan oppstå dominoeffekt som følge av uønskede hendelser. Dominoeffekt innebærer at en ulykke eller uønsket hendelse hos en storulykkevirksomhet lokalisert i nærheten av anodegrafittfabrikken kan kunne medføre at det oppstår uønskede hendelser i anodegrafittfabrikken. Det er i risikovurderingen ikke funnet at det vil oppstå dominoeffekt i anodefabrikken, gitt at planlagte og påkrevde tiltak (slik som dimensjonering av yttervegger for å håndtere eksplosjonslaster av en viss størrelse) implementeres. Denne ROS-analysen, samt pågående samarbeid i Herøya Industripark om felles industrivern, sikkerhet og beredskap, imøtekommer krav i §1.3 om utveksling av informasjon for å kunne forebygge og begrense konsekvensene av storulykker. Det forutsettes at Elkem vil delta i og samarbeide med nærliggende virksomheter og HIP om industrivern, sikkerhet og beredskap.

1.3 Begrepsforklaring

Tabell 1: Begrepsforklaring

Begrep	Beskrivelse
ALARP	«As low as reasonably practicable”. Risiko reduseres til et så lavt nivå så lenge tiltakets risikoreduserende effekt oppveier tiltakets kostnad.
ROS-analyse	Risiko- og sårbarhetsanalyse.
Fare	Med fare menes forhold som kan medføre konkrete stedfestede hendelser som innebærer skade eller tap.
Uønsket hendelse	En hendelse eller tilstand som kan medføre skade på analyseobjektets verdier.
Risiko	Uttrykk for den fare som uønskede hendelser/tilstander representerer for analyseobjektets verdier. Sannsynligheten for og konsekvensen av ulike hendelser gir til sammen et uttrykk for risikoen som en uønsket hendelse representerer.
Sannsynlighet	Et mål for hvor trolig det er at en bestemt hendelse inntreffer i planområdet innenfor et visst tidsrom.
Sårbarhet	Vurderer motstandsevnen til utbyggingsformålet, samfunnsfunksjonene, evt. barrierer og evnen til gjenopprettelse.
Konsekvens	Virkningen den uønskede hendelsen kan få i et planområde.
Usikkerhet	Handler om å vurdere kunnskapsgrunnlaget.
Barrierer	Eksisterende tiltak som f.eks. flom-/skredvoll, sikkerhetssoner rundt farlig industri eller varslingssystemer som kan redusere sannsynlighet for og konsekvens av en uønsket hendelse.
Tiltak	I oppfølging av funn for ROS-vurderingen kan det bli avdekket behov for tiltak for å redusere risiko og sårbarhet. Dette kan være forbedringer i barrierer eller nye tiltak.

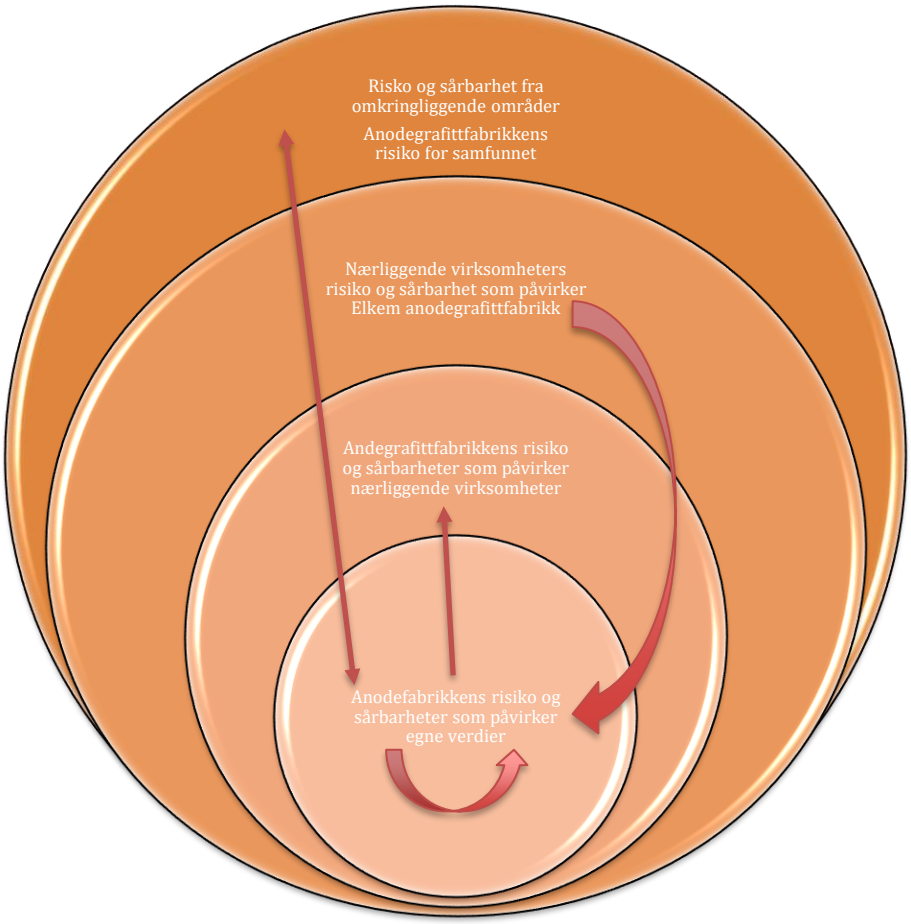
2 Metode

2.1 Bakgrunn og fremgangsmåte

Fremgangsmåten for utarbeidelse av denne ROS-analysen bygger på metode gitt i DSBs veileder «Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging» (2017) og rammeverk for risikovurderinger gitt i NS5814:2008 og 2021 «Krav om risikovurderinger». Miljødirektoratets veileder «Konsekvensutredninger for klima og miljø» [5] har også blitt konsultert som metodeunderlag for denne ROS-analysen.

Slik Figur 1 under viser, omfatter arbeidet med denne ROS-analysen å identifisere:

- Risiko- og sårbarhetsforhold ved produksjonen og prosessen som medfører konsekvenser for helse, sikkerhet og miljø internt i fabrikken;
- Uønskede hendelser i eller med anodegrafittfabrikken som kan få konsekvenser for nærliggende virksomheter;
- Forhold ved omkringliggende virksomheter som kan få konsekvenser for anodegrafittfabrikken;
- I hvilken grad mulige uønskede hendelser i anodegrafittfabrikken kan få konsekvenser for samfunnet med tanke på innbyggernes helse og sikkerhet, og/eller miljøet.

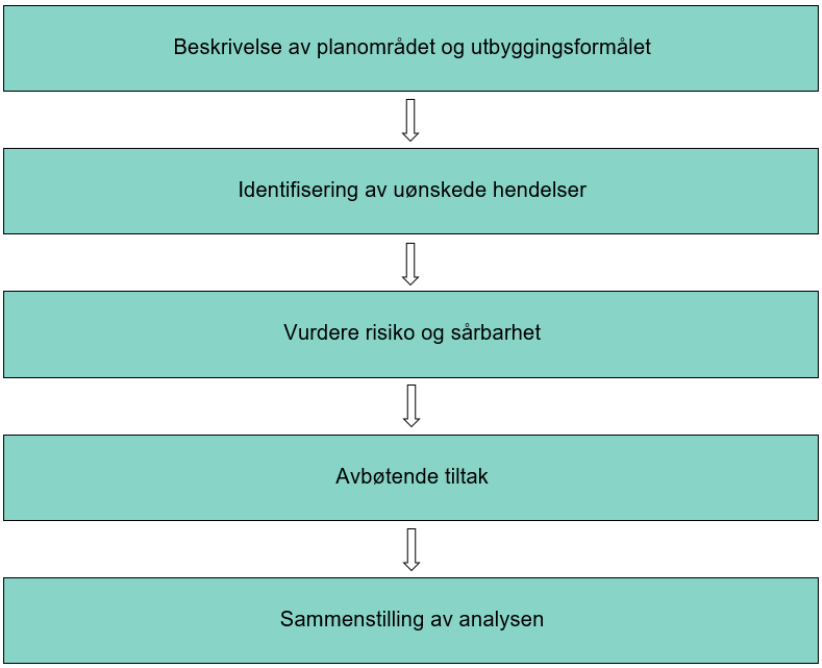


Figur 1: Nivåer av identifiserte risiko og sårbarheter

Risikomomenter til ROS-analysen har blitt identifisert på ulike måter. Kapittel 2.3 beskriver prosess og fremgangsmåte for risikoidentifikasjon- og vurdering.

2.2 Analyseoppsett

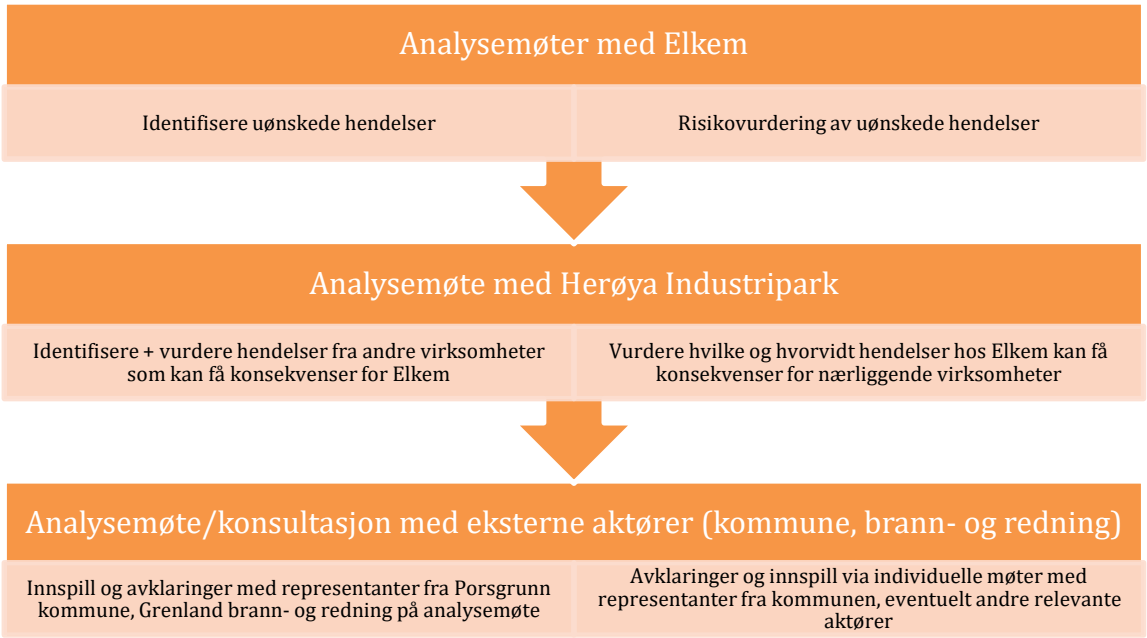
Oppsettet i denne ROS-analysen tar utgangspunkt i anbefalt oppsett i DSBs veileder, og er inndelt i følgende trinn:



Figur 2: ROS-analysens hovedsteg [2]

2.3 Prosess

Risikovurderingen har blitt utført som en ekspertanalyse der fagfolk innen ulike områder har vurdert grunnlaget i felleskap gjennom flere analysemøter. Det har i tillegg vært innhentet tilgjengelig grunnlagsinformasjon og utover analysemøtene har fagpersoner blitt konsultert for innspill og avklaringer av vurdering av hendelsers sannsynlighet og konsekvenser.



Figur 3: Oversikt over prosess for identifikasjon og vurdering av risiko

2.3.1 Informasjonsinnhenting

Risikorådgiverne har gjennomgått tilgjengelig grunnlagsinformasjon, inkludert Helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse for Porsgrunn kommune [6], ROS for reguleringsplan som omhandler regulering av Roligheten på Herøya [7], felles risikovurdering for Herøya Industripark [8] og HAZID-rapport for Elkems anodegrafittfabrikk [9]. Informasjonsinnhentingen har også inkludert gjennomgang av prosessflytdiagrammer og innsyn i planlagte produksjonsprosesser, innsatsfaktorer, avhengigheter og tekniske detaljer relatert til anodegrafittfabrikken.

2.3.2 Analysemøter

Det er avholdt seks analysemøter. De fire første møtene bestod kun av personell fra Elkem hvor Multiconsult fylte rollen som tilrettelegger. På disse møtene ble uønskede hendelser som kan inntreffe i anodegrafittfabrikken identifisert og deretter vurdert. Etter en grovsiling av de vurderte hendelsene, ble det avholdt et risikomøte med representanter fra Herøya Industripark og Herøya Nett. Her var hovedfokuset å vurdere hvilke og hvordan uønskede hendelser på anodegrafittfabrikken kunne påvirke nærliggende virksomheter og hvordan nærliggende virksomheter og bortfall av Herøya Industriparks infrastruktur kan medføre konsekvenser for anodegrafittfabrikken. På dette møtet ble også industrivernpraksis, beredskap og redundans i systemer og kritisk infrastruktur diskutert. Det ble foretatt en finsiling av relevante uønskede hendelser, slik at det kun er hendelser som kan medføre samfunnsmessige konsekvenser for helse, sikkerhet og miljø som ble tatt med videre til siste analysemøte. Dette var et møte med eksterne aktører og hadde som formål å avstemme vurderte risikoer med representanter fra Plan- og miljøavdelingen i Porsgrunn kommune og Grenland brann- og redning. Det var i særdeles grad viktig med innspill til mulige konsekvenser for miljø (utslipp til vann, grunn og luft) og miljørettet helsevern.

Tabell 2 gir oversikt over deltakerne på analysemøtene. De første fire møtene hadde kun interne deltakere.

Tabell 2: Møtedeltakere analysemøter

Møtedeltaker	Funksjon	Virksomhet	Møte 1 17.03.21	Møte 2 18.03.21	Møte 3 24.03.21	Møte 4 06.04.21	Møte 5 08.04.21	Møte 6 15.04.21
Bjørn Leikvang	Prosessingeniør Northern Recharge	Elkem	Ja	Ja	Ja	Nei	Nei	Nei
Oddbjørn Nilssen	Prosjektleder for Northern Recharge	Elkem	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Åge Rasmussen	Prosessansvarlig Northern Recharge	Elkem	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Jens Christian Fjelldal	Miljøleder	Elkem	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja	Nei
Bridget Catherine Deveney	Senior leder, forskning og produktutvikling	Elkem	Ja	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Johan Heide	Prosessansvarlig for grafittiseringsprosess	Elkem	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Tor Tolstad	Prosessansvarlig Coating og CVD	Elkem	Nei	Ja	Ja	Nei	Nei	Nei

Møtedeltaker	Funksjon	Virksomhet	Møte 1 17.03.21	Møte 2 18.03.21	Møte 3 24.03.21	Møte 4 06.04.21	Møte 5 08.04.21	Møte 6 15.04.21
Dag Øvrebø	Prosessingeniør Northern Recharge	Elkem	Ja	Ja	Ja	Nei	Nei	Nei
Øyvind Mikkelsen	Prosessleder	Elkem	Ja	Ja	Ja	Nei	Nei	Nei
Marit Bredesen	HESQ-manager/HMS-sjef	Herøya Industripark	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja	Nei
Rune Ebersten	Faglig ansvarlig lavspent	Herøya Nett	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja	Ja
Kjell-Henrik Semb	Miljørådgiver	Porsgrunn kommune	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja
Fred-Inge Skjærum	Samfunnssikkerhet og forebyggende sikkerhet,	Grenland brann- og redning, Porsgrunn kommune	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja
Harald Haarstad	Oppdragsleder, konsekvensutredningen	Multiconsult	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Bjørnar Raaen	Risikorådgiver	Multiconsult	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Cecilie Fleming	Risikorådgiver	Multiconsult	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

2.3.3 Konsultasjon med offentlige aktører

Det har vært behov for å konsultere offentlige aktører som ikke deltok på analysemøtene for å fremskaffe ytterligere informasjon og avstemme analyseresultater fra møtene. Personer har vært konsultert i forbindelse med denne risikovurderingen inkluderer blant annet Yngvil Holt, miljørådgiver i Porsgrunn kommune om forurensning til vann og Anders Bonden, ingeniør miljørettet helsevern i Grenland om påvirkning på helse fra utslipp til luft.

2.4 Avgrensning av analysen

Denne ROS-analysen inneholder kun hendelser som kan få konsekvenser for helse og sikkerhet, og miljø. Konsekvenser for Elkems omdømme, økonomi eller produksjon/drift inngår ikke i denne analysen da dette ikke ansees som relevant for konsekvensvurdering til søknad om utslippstillatelse. Helse og sikkerhet omfatter ansatte ved anodegrafittfabrikken, personer eller ansatte som oppholder seg ved nærliggende virksomheter eller områder, og innbyggernes helse og sikkerhet. Miljø omfatter konsekvenser for eller utslipp til grunn, luft og vann.
Denne ROS-analysen tar ikke for seg tilsiktende handlinger, som terror, sabotasje, hærverk og tyveri da dette ikke er pålagt i utredningsprogrammet. I tillegg er det Herøya Industripark som er ansvarlig for fellessystemer, perimetersikring, vakthold og adgangskontroll, felles beredskap og ISPS regulativ.
Siden detaljprosjekteringen av fabrikken ikke er ferdig er det også flere risikoforhold som ikke har latt seg beskrive. Det vil derfor være nødvendig med ytterliggere risikovurderinger for prosjektet på senere tidspunkt.

I tillegg til at denne risikovurderingen vurderer uønskede hendelser som medfører mulige miljøkonsekvenser, utarbeides det egne undersøkelser og rapporter på forhold som omhandler forventede utslipp til sjø, utslipp til luft, utslipp av klimagasser, forurenset grunn og støy.

Analysen tar kun for seg forhold som knyttes til driftsfasen. Risiko i anleggsfasen må vurderes i egne SHA-risikovurderinger. Analysen omfatter enkelthendelser, og eventuelle følgehendelser er beskrevet i analysetabellen for den enkelte hendelsen.

Denne analysen er utført på et overordnet kvalitativt nivå. På dette nivået er ikke tiltaket ferdig prosjektert. Selv om vi gjennom de forutsetningene som er spesifisert i analysen har forsøkt å sette klare rammer for risikovurderingen, kan det være detaljer i løsningsvalg man ikke har oversikt over på dette planstadiet, og som kan påvirke risikoen. Analysen som er gjennomført bygger på foreliggende planer og kunnskap. Ved endring i forutsetningene gjennom ny kunnskap eller endringer i løsningsvalg kan risikobildet bli annerledes. Hvis det tilkommer endringer som kan påvirke risikobildet, må det vurderes om ROS-analysen bør oppdateres. Risikovurderinger må derfor være et løpende tema i videre planarbeid og prosjektering.

2.5 Kilder

Vurderingene i analysen baserer seg på tilgjengelig dokumentasjon om prosjektet, samt på tilgjengelige faglige vurderinger. Skriftlige kilder som er benyttet og referert til i rapporten er listet opp i kapittel 8.

2.6 Analysetabell/Risikoregister

Alle de identifiserte uønskede hendelsene ble vurdert i et risikoregister i Excel. Excel-risikoregisteret har følgende kolonner:

- Fareområde: består av farekategoriene brann, eksplosjonshendelser, luftforurensning, vannforurensning, kvelende atmosfære, bortfall av kjølevann, naturfare, trafikk og strømutfall
- ID: angir bokstav og nummer på hver hendelse som brukes som identifikasjonsmarkør i tabeller og matriser
- Hendelse: kolonne med beskrivelse av den uønskede hendelsen
- Årsak: gir årsaker til at hendelsen kan inntreffe
- Barrierer: angir planlagte eller eksisterende tekniske og organisatoriske sikkerhetsbarrierer
- Kommentarer: informasjon om hendelsen som ikke kan angis i de andre kolonnene
- Vurdering av risiko for helse og sikkerhet med kolonner for sannsynlighet, konsekvens og risikonivå
- Vurdering av risiko for miljø med kolonner for sannsynlighet, konsekvens og risikonivå
- Vurdering av risiko- og sårbarhetsreduserende tiltak med kolonner for nye tiltak, sannsynlighet, konsekvens og risikonivå.

De uønskede hendelsene som er vurdert som aktuelle å ta med i denne rapporten er lagt til i Tabell 6. Her vurderes mulige årsaker til hendelsen, sannsynlighet, konsekvenser og risikonivå for helse, sikkerhet og miljø. Risiko- og sårbarhetsreduserende tiltak for de vurderte hendelsene listes opp i kapittel 6.

De påfølgende delkapitlene detaljerer hvilke sannsynlighetsskala og konsekvensgradering som ligger til grunn for vurdering av sannsynlighet og konsekvens i risikoregisteret i Excel.

2.6.1 Sannsynlighet og konsekvensmatrise

I denne analysen er det benyttet Elkems risikostyringsmanual for fastsettelse av sannsynlighet og konsekvens, samt risikoakseptkriterier [10]. Sannsynlighets- og frekvensskalaen brukes for alle

konsekvenstypene og de identifiserte hendelsene. Sannsynlighet benyttes for hendelser hvor det ikke foreligger statistikk eller historisk data og erfaringsgrunnlag. Dette er ofte tilfellet med prosjekter. For anlegg i drift kan man nytte frekvensbasert vurdering da man ofte har erfaring som grunnlag for å vurdere frekvensen av fremtidige hendelser. For denne risikovurderingen er begge skalaene for sannsynlighet/frekvens benyttet som mål på å avklare hvor trolig det er at de uønskede hendelsene vil inntreffe.

Tabell 3: Sannsynlighetsskala

	Forklaring	**Sannsynlighet/frekvens**				
		VL (Veldig lav)	**L (Lav)**	**M (Middels)**	**H (Høy)**	**VH (Veldig høy)**
Sannsynlighet	Årlig sannsynlighet for at hendelsen inntreffer	0-10%	10-20%	20-60%	60-90%	90-100%
Frekvens	(Forventet) Frekvens av hendelsen	Hendelsen inntreffer sjeldnere enn hvert 10. år	Det er mellom 5 til 10 år mellom hver hendelse	Det er mellom en til 5 år mellom hver hendelse	Hendelsen inntreffer mellom 1 til 3 ganger per år	Hendelsen inntreffer fire ganger eller mer per år

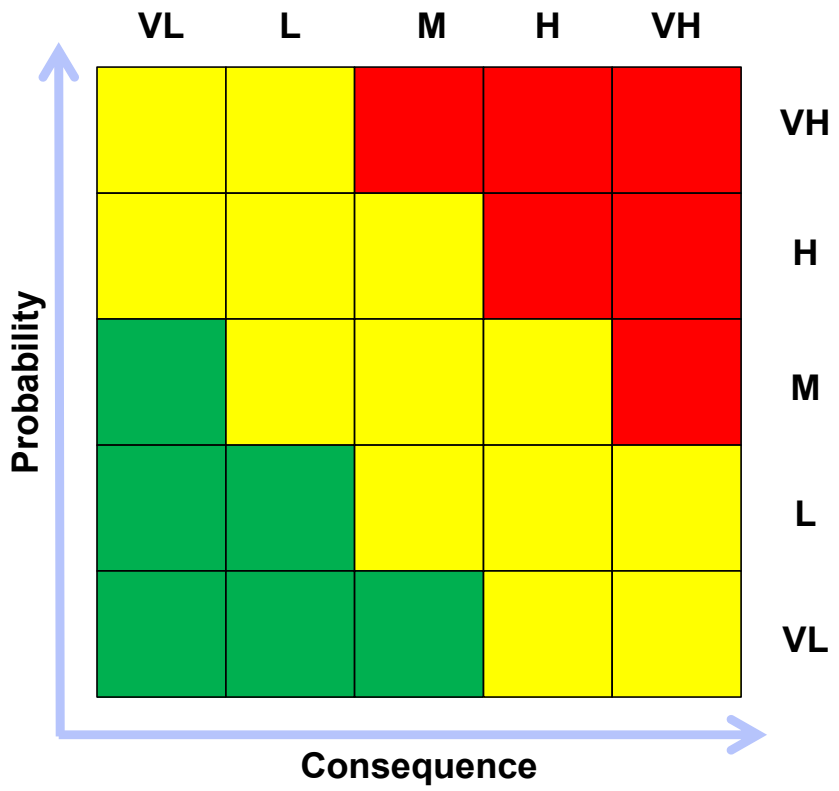
For denne analysen er det kun konsekvenstypene som omhandler helse og sikkerhet, samt miljø som har blitt brukt. Dette fordi det kun er relevant for Miljødirektoratet å få innsikt i mulige samfunnsmessige konsekvenser av uønskede hendelser ved Elkems anodegrafittfabrikk på Herøya. Konsekvenstypene fra Elkems risikostyringsmanual har blitt utvidet til også å gjelde helse og sikkerhet for personer som oppholder seg i nærliggende virksomheter og områder, slik som innbyggere.

Tabell 4: Konsekvenser og alvorlighetsgrad

Konsekvens	**Forklaring**	**Konsekvens- alvorlighetsgrad**				
		VL (Veldig lav)	**L (Lav)**	**M (Middels)**	**H (Høy)**	**VH (Veldig høy)**
Helse	Arbeidsmiljø og helse for ansatte og innleide, arbeidsmiljø og helse for personer i nærliggende virksomheter og områder.	Noe helseplager uten sykdom, sykefravær eller permanent nedsatt helse	Kortvarig sykefravær, <16 dager. Ingen permanente helseplager	Langvarig sykefravær, > 16 dager. Permanente helseplager	Permanent nedsatt helse og redusert arbeidsførhet/ delvis ufør/delvis invalid	100% invaliditet eller dødsfall
Sikkerhet	Sikkerhet for ansatte og innleide og personer i nærliggende virksomheter og områder.	Mindre skade, ikke behov for behandling	Mindre skade, behov for behandling	Skade som medfører medisinsk behandling og/eller sykefravær, men ingen permanent skade	Skade som medfører permanent skade/ invaliditet	Skade med alvorlig permanent invaliditet eller dødsfall
Miljø	Uforutsette miljøskader fra produksjonsprosesser, produkter og tjenester. Inkluderer utslipp til luft, vann, grunn, samt avfall/biprodukter.	Ubetydelig skade på miljøet	Utslipp/søl med potensiell skade for miljøet	Alvorlig utslipp/søl. Reaksjoner fra myndighetsorg aner	Alvorlig miljøskade uten langvarige konsekvenser	Utslipp/søl med langvarig miljøskade. Evakuering av personell i nærliggende virksomheter og områder

2.6.2 Risikoakseptmatrise og sammenstilling av risiko

I denne analysen benyttes risikoakseptmatrisen fra Elkems risikostyringsmanual. Denne gir føringer for hvilke områder i risikomatrisen som er akseptabel risiko (hendelser som vurderes å ha lav sannsynlighet og konsekvens, og havner på grønt område), tolererbar risiko (de hendelsene som havner på gult område i matrisen basert på sannsynlighet og konsekvens) og hvilke hendelser som har uakseptabel (eller rød) risiko.



Figur 4: Risikomatrise med risikoaksept [10]

I kapittel 5 vises alle de vurderte og relevante uønskede hendelsene i risikomatriser helse, sikkerhet og miljø.

3 Analyseobjekt og systembeskrivelse

Multiconsult er engasjert for å gjennomføre risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) som del av konsekvensutredning i forbindelse med søknad om utslippstillatelse til Miljødirektoratet for Elkems planlagte anodegrafittfabrikk. Fabrikken planlegges etablert i Herøya Industripark som er regulert til industriformål. Industriparken ligger på halvøya Herøya i Porsgrunn kommune. Det har blitt drevet industriell virksomhet på halvøya siden 1929, og det er i dag etablert virksomheter som omfatter blant annet forskningspark, brannvesen, prosessindustri og servicevirksomhet. Industriparken dekker et areal på ca. 1,5 km^2 hvor bygningsmassene blant annet inkluderer produksjonslokaler, verksteder, lager, tankterminal, laboratorier, kontorbygg og forsøkshaller.

Området Herøya Industripark forvaltes og driftes av Herøya Industripark AS (HIP AS), som eier grunnen og betydelige deler av infrastrukturen. Denne infrastrukturen omfatter blant annet elektrisitetsforsyning, tankterminal, prosessvann og rørbroer. Som grunneier er det HIP AS som vil leie ut tomt til Elkem for etablering og drift av planlagt anodegrafittfabrikk, samt yte infrastrukturtjenester til Elkem.

Virksomhetene som er underlagt industrivernbestemmelsene ved Herøya Industripark har samordnet sin risikohåndtering og sikkerhetsstyring gjennom å etablere et felles industrivern. Dette industrivernet skal være dimensjonert for å kunne ivareta sikkerheten som følger av risikobidraget hver enkelt virksomhet representerer. Industrivernet skal også ivareta sikkerhetsmessige grensesnitt mellom virksomhetene og påse at det totale risikobildet på Herøya karakteriseres som akseptabelt. Da etableringen av Elkems anodegrafittfabrikk medfører at fabrikken underlegges krav om industrivern innebærer dette at HIP AS krever at Elkem inngår i det eksisterende felles industrivernet. Som et resultat vil Elkem være pålagt å følge HIP AS sine fellesbestemmelser som omhandler industrivernet.

Figur 5: Oversiktsbilde av Herøya (bilde hentet fra 1881.no, 22.04.2021)

HIP AS har etablert flere sikkerhets- og sikringssystemer ved industriparken. Eksempelvis eksisterer det et felles alarmsystem for brann- og innbruddsalarmer ved fabrikkene som varsler en vaktsentral på Herøya. Vaktsentralen er døgnbemannet og vil kunne rykke ut ved alarm. Det er også etablert et felles varslingssystem som varsler alle aktører ved eksempelvis registret gassutslipp. En slik tiltenkt hendelse vil varsles gjennom industriparkens varslingssystem. Det er også etablert rutiner og system for varsling av lokalbefolkningen gjennom Sivilforsvarets tyfonanlegg.

Fabrikkområdet på Herøya er inngjerdet med tilhørende adgangskontroll. Dette skal sikre at uvedkomne ikke kan ta seg inn flere av virksomhetene på Herøya. Videre er havneområdet godkjent som ISPS havneanlegg, noe som medfører krav til sikring av kaier for å redusere risiko knyttet til tilsiktede handlinger, eksempelvis sabotasje, terror og hærverk.

Andre relevante tekniske og organisatoriske sikkerhetsbarrierer relevante for de ulike uønskede hendelsene er beskrevet i vedlegget i kapittel 9.

3.1 Planlagt fabrikk

Elkem har inngått festeavtale med HIP AS for ca. 63.000 m^2 hvorav planlagt grunnflate for bygningsmasse er ca. 50 – 55.000 m^2. Fabrikken skal produsere grafitt som skal benyttes i anoder for batterier. Forespeilet driftsstart er 2023.

3.1.1 Innsatsfaktorer

Råvarer som inngår i produksjonen av grafitt inkluderer grønn og kalsinert koks, bek og industrigasser (metan, propan, LNG/LBG og acetylen). LNG og LBG vil ikke lagres ved fabrikken da dette leveres på rørledning fra Herøya Industripark. Videre vil inerte gasser (nitrogen og argon) benyttes for behandling av mellomprodukter.

Lagrede mengder eksplosjonsfarlige gasser vil ligge under grenseverdier gitt av Storulykkeforskriftens vedlegg 1. Hverken råvarene koks og bek karakteriseres som lett brennbare materialer, men vil kunne antenne ved ekstern varmepåkjenning. Materialene representerer heller ikke en stor eksplosjonsfare, men vil kunne medføre en eksplosjon skulle materialet i støvform bli luftbårent.

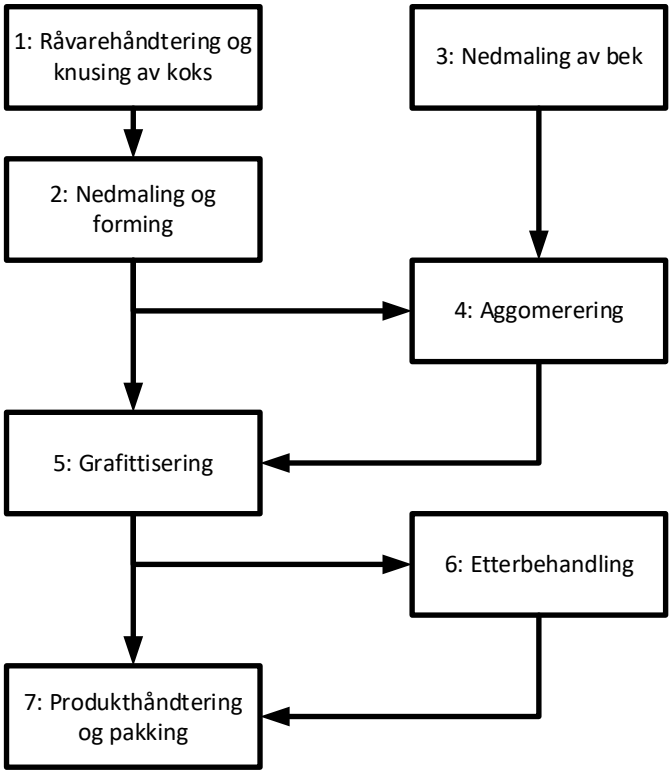
3.1.2 Overordnet prosessbeskrivelse

Blokkskjemaet gitt i Figur 6 viser en overordnet illustrasjon av de syv prosesstrinnene knyttet til produksjon av anodegrafitt. Dette er en tørr prosess som innebærer høy temperatur og batchproduksjon. Alle prosesstrinnene er plassert innendørs og det vil være fullrensing av utslipp samt forbrenning av flyktige organiske forbindelser fra råvarene og ureagerte industrigasser. Produksjonsprosessen karakteriseres ved stor grad av pulverhåndtering da både råvarer og ferdig produkt vil være finpartikulært. Mellomprodukt behandles ved høy temperatur som da omdannes til ren grafitt. Råvarer og ferdig produkt planlegges å transporteres i storsekker. Sekkene er store lukkede/forseglede bager på mellom 200-1500 kg. De fraktes normalt på semitrailere, i lukkede containere eller tilsvarende løsninger for vei-, bane- eller sjøtransport. Både råstoffene bek og koks, samt ferdigproduktet grafittstøv fraktes til/fra anodegrafittfabrikken i storsekker.

Høy temperatur i ovner benyttet for grafittisering av mellomprodukter medfører at det er behov for større mengder kjølevann. Videre innebærer dette at kjølevannssystemet er avhengig av pålitelig strømforsyning.

Strømforsyning vil også være viktig for renseprosessen av avgasser, da spesielt for varme prosesser som vil fortsette å produsere avgasser etter strømutfall.

Hele produksjonsprosessen vil i stor grad være automatisert, men det vil likevel være behov for ansatte ved anlegget. Det foreløpige estimatet et det vil være omtrent 50 ansatte ved anlegget til enhver tid.

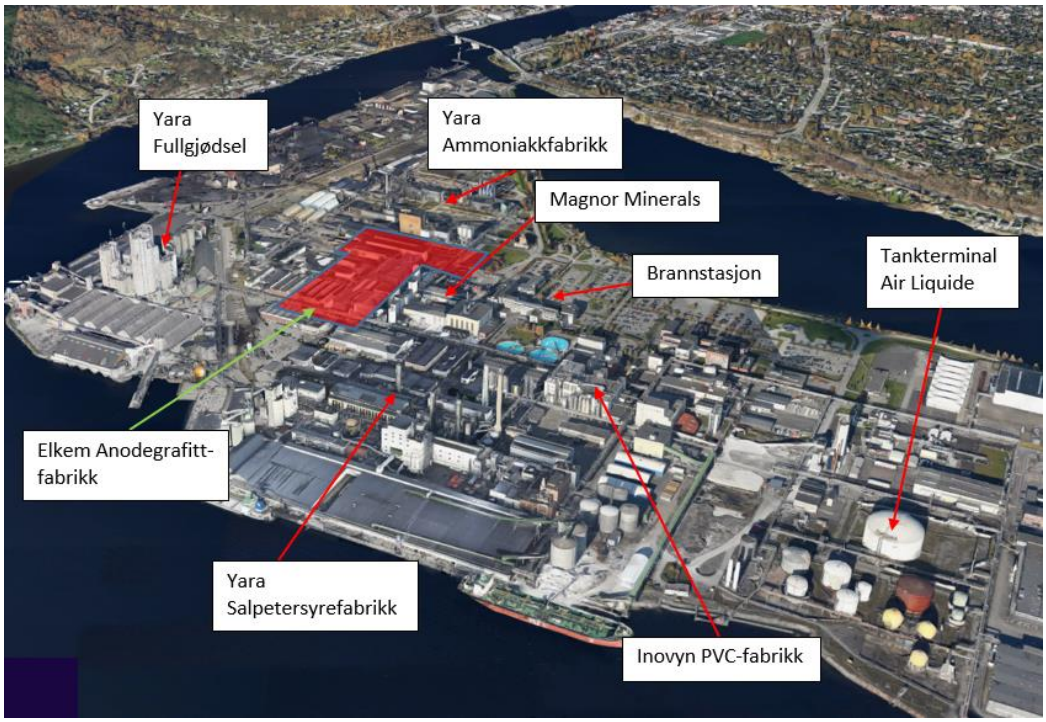


Figur 6: Blokkskjema for prosesstrinn for produksjon av grafitt (hentet fra [9] og revidert)

3.2 Omkringliggende virksomheter/område

Det er flere virksomheter ved Herøya Industripark som representerer et visst ulykkepotensial som kan ramme nærliggende virksomheter. Hver enkelt av disse er pålagt (både gjennom lovverk, men også HIP AS sine fellesbestemmelser) å kartlegge og beskrive hvilke ulykkepotensial de representerer for seg selv samt for de andre virksomhetene på Herøya. Gjennom HIPs felles industrivern er det utarbeidet en oversikt over definerte farer og ulykkeshendelser (DFU) de ulike virksomhetene representerer. Disse DFU'ene vil ikke bli gjengitt i dette dokumentet da det er å anse som konfidensiell informasjon, men samtlige hendelsers relevans og betydning for anodegrafittfabrikken er vurdert gjennom denne ROS-analysen. Hendelser med spesifikk påvirkning på fabrikken er omtalt og beskrevet i denne analysen.

Mest sentral for det totale risikobildet ved Herøya industripark er de tre virksomhetene som av DSB er klassifisert som storulykkevirksomheter. Disse er Yara Porsgrunn, Inovyn og Air Liquide. Omtrentlig plasseringen av disse virksomhetene i forhold til tomten for anodegrafittfabrikken er vist i Figur 7.



Figur 7: Omtrentlig plassering av Elkems anodegrafittfabrikk og andre sentrale aktører på Herøya.

Som vist i Figur 7 over vil tiltenkt plassering av anodegrafittfabrikken være i umiddelbar nærhet til Yaras ammoniakkfabrikk og Magnor Minerals. Betydning av dette er diskutert i kapittel 5. Figuren viser også at en av Grenland brann og redning IKS sine brannstasjoner ligger like i nærheten av fabrikkens tomt.

3.3 Planlagte endringer ved HIP

3.3.1 Yara

6. mai 2021 ble det avhold et informasjonsmøte i regi av Yara hvor planlagte endringer ved Yaras ammoniakkfabrikk ble gjennomgått. De planlagte endringene omhandler dagens bruk av naturgass som skal erstattes med produksjon av hydrogen ved anlegget som igjen skal benyttes til produksjon av ammoniakk. Det ble informert om at eksplosjonsfaren ved Yaras anlegg ikke vil påvirkes i betydelig grad og endringene ved anlegget vurderes ikke til å påvirke risikobildet ved anodegrafittfabrikken. På bakgrunn av informasjonen som fremgikk under møtet vurderes ikke endringene ved Yaras ammoniakkfabrikk til å være av betydning for driften og sikkerheten ved anodegrafittfabrikken.

3.3.2 Andre planer

17. juni 2021 ble det avholdt et informasjonsmøte i regi av Herøya Industripark AS hvor planlagte endringer i virksomhet ved HIP ble gjennomgått.

De mest sentrale endringene ved industriparken vurderes til å være avviklingen av virksomheten ved Magnor Minerals. Avviklingen medfører at denne virksomheten ikke vil representere en risiko med tanke på drift av anodegrafittfabrikken. Det planlegges også for et kommersielt pilotanlegg for produksjon av miljøvennlig flydrivstoff ved eksisterende tankterminal (se Figur 7 over). Grunnet lavt produksjonsvolum av drivstoff vil ikke denne virksomheten klassifiseres som en storulykkevirksomhet. Mindre lagrings- og produksjonsvolum samt større distanse til planlagt anodegrafittfabrikk medfører at etableringen av drivstoffanlegget ikke vurderes til å representere en risiko for anodegrafittfabrikken.

4 Identifisering av uønskede hendelser

Identifiseringen av uønskede hendelser har tatt utgangspunkt i kjente farekategorier, som eksempelvis brann og eksplosjon. Med utgangspunkt i disse farekategoriene har ulike uønskede hendelser blitt identifisert og vurdert. I analysemøtene med Elkem ble til sammen 42 ulike uønskede hendelser identifisert innenfor de tolv kategoriene listet opp i Tabell 5 under. Hendelsene har i videre prosess og møter blitt silt ut og vurdert om de er relevante for ROS-analysen for utslippstillatelse. Hendelser som kun påvirker ansatte eller fabrikkens produksjon, omdømme eller økonomi er ikke medtatt da disse håndteres i bedriftsinterne risikovurderinger. Siden mange av hendelsene ikke er relevante for formålet med denne ROS-analysen er det kun utvalgte og relevante hendelser som er vurdert videre. Flere av de hendelsene som vurderes som relevant å ta med videre i denne ROS-analysen har blitt ytterligere konkretisert og noen hendelser har blitt slått sammen (slik vist i høyre kolonne i Tabell 5 under). Antall kategorier har også blitt redusert, fra tolv kategorier i første analysemøte til ni kategorier i denne analysen (slik vist i venstre kolonne i Tabell 6). De hendelsene som ikke er vurdert som relevant for denne ROS-analysen vil bli fulgt opp og behandlet videre i Elkems risikoarbeid for prosjektet.

Tabell 5: Liste over alle de identifiserte uønskede hendelsene

ID	BESKRIVELSE AV UØNSKET HENDELSE	VIURDERT I ROS-ANALYSEN?
	Råmaterialer	
1	Råmaterialer (koks, bek) antennes under håndtering.	Ja (se A1)
2	Råmaterialer (koks, bek) eksploderer under håndtering	Ja (se B3)
3	Arbeidere/ansatte inhalerer støv fra råmaterialer (koks, bek)	Nei
4	Ansatte blir eksponert for uventet/feil levering av farlig råmaterialer/stoffer.	Nei
5	Varm flytende bek søles på ansatte	Nei
6	Flytende råmaterialer søles og går i avløpssystemet/vannet.	Nei
7	Råmaterialer i solid form søles/mistes under avlessing fra semitrailere eller når det blir håndtert i fabrikken.	Ja (se C1 og C2)
8	Statisk elektrisitet dannes fra luftbåren støv av råmaterialer under pneumatisk transport.	Nei
	Ferdig produkt	
9	Ansatte sklir og faller pga. grafittstøv på gulvet eller sklir/faller under bruk av gaffeltruck	Nei
10	Ansatte skades under håndtering av storsekk med ferdig produkt (grafittstøv)	Nei
11	Grafitt tar fyr og forårsaker brann	Ja (se B3)
	Avfall	
12	Storsekk med råmaterialer (koks eller bek) eller ferdig produkt (grafitt) tar fyr	Ja (se A1 og B3)
13	Paller brukt til transportering av råmaterialer og ferdig produkt tar fyr	Nei
	Brannhendelser	
14	Koks eller bek antenner pga. friksjonsoppvarming ved fresing (milling).	Ja (se A1)
15	Det oppstår brann inni en av ovnene	Ja (se A2)
16	Brann hos nærliggende virksomhet/ område spres til anodegrafittfabrikken.	Ja (se A3)
17	Brann eller eksplosjon i ovn som spres ut av ovnen (synlig brann)	Ja (se A2)
	Eksplosjon	
18	Lekkasje av metan/propan brukt til overflatebehandling fører til eksplosjon.	Ja (se B2)
19	Antennelig svevestøv tar fyr og medfører eksplosjon	Ja (se A1 og B3)
20	Eksplosjon hos nærliggende virksomhet/ infrastruktur medfører eksplosjon eller skade på anodegrafittfabrikken.	Ja (se B4)
	Farlige kjemikalier/stoffer	
21	Farlige gasser forgifter ansatte/arbeidere	Ja (se E1 og E2)
22	Kvelning av ansatte/arbeidere ved utslipp av farlige gasser i høye konsentrasjoner (argon, nitrogen, annet)	Ja (se E1 og E2)
23	Ansatte inhalerer farlig støv	Ja (se C1 og C2)
	Elektrisk utstyr og installasjoner	
24	Elektriske installasjoner tar fyr	Ja (se A4)

ID	BESKRIVELSE AV UØNSKET HENDELSE	VIURDERT I ROS-ANALYSEN?
25	Kortslutning av elektriske installasjoner eller utstyr	Ja (se I1)
26	Dampeksplosjon som følge av redusert kjølevannssirkulasjon	Ja (se B1, F1 og I1)
27	Automatisk/fjernstyrt utstyr som løfter/transporterer materialer skader ansatte	Nei
28	Statisk elektrisitet pga strømledende støv tar fyr og medfører eksplosjon	Ja (se B3)
29	Oljekjølt trafo tar fyr	Ja (se A4)
Strømbortfall		
30	Strømbortfall medfører utslipp av ufiltrert gass til atmosfæren	Ja (se I1, C3 og C4)
31	Nedkjølt eller oppvarmet innetemperatur i fabrikken pga strømbortfall	Nei
32	Automatiserte prosesser stopper opp pga. strømbortfall	Nei
Bortfall av kjølevann		
33	Bortfall av kjølevann eller kjølevannssirkulasjon for ovnene medfører høyt trykk i rørene. Rørene sprekker og avslipper damp (kan medføre dampeksplosjon og muligens H2-gass)	Ja (se B1, F1 og I1)
34	Tap av kjølevann for mixers	Ja (se F1 og I1)
35	Begge kjølevannskildene svikter	Ja (se F1 og I1)
Naturfare/ekstremvær		
36	Oversvømmelse av fabrikken pga. ekstremvær/ekstrem nedbør, høy vannstand og flom	Ja (se G1)
Vannforurensning		
37	Støv fra fabrikken havner i avløpssystem.	Ja (se C1, C2, D1 og D2)
38	Kjemikalier sølt på fabrikken går i avløpssystemet	Nei
Luftforurensning		
39	Støv fra fabrikken slippes ut til luft og føres til vann og nærliggende virksomheter og områder på Herøya	Ja (se D1 og D2)
40	Utslipp av LNG/LBG til luft fra rør på Herøya	Ja (se E1 og E2)
41	Ufiltrert utslipp av fortsatt gassproduksjon fra grafittiseringsovnene	Ja (Se C3)
42	Skade på avgassfilter eller brennkammer medfører utslipp av farlige gasser (PAH, H2S)	Ja (se C3 og C4)

I gjennomgangen av mulige risikoforhold som kan medføre konsekvenser for samfunnsmessige verdier (helse og sikkerhet, samt miljø) er det vurdert 20 mulige uønskede hendelser som har blitt vurdert nærmere i Tabell 6 i kapittel 5. Her gis en oversikt over de identifiserte uønskede hendelsene for Elkems anodegrafittfabrikk som kan medføre samfunnsmessige konsekvenser for verdiene helse og sikkerhet, samt miljø. Det er kun uønskede hendelser som påvirker omkringliggende områder og samfunnet som er medtatt i denne tabellen. Forslag til risiko- og sårbarhetsreduserende tiltak adresseres i kapittel 0.

5 Risikovurdering

Etter både grov- og finsiling av identifiserte uønskede hendelser, er det kun hendelser som ansees som relevante og med samfunnsmessige betydning med konsekvenser for helse, sikkerhet og miljø som fremkommer i Tabell 6 under. Forkortelsene benyttet i tabellen under for fastsettelse av sannsynlighet og konsekvens er i samsvar med forkortelsene gitt av risikomatrisen i Figur 4. Tabellen gir en beskrivelse av den uønskede hendelsen, identifiserte utløsende årsaker samt kommentarer som vurderes til å ytterliggere beskrive hendelsen og risikoen den representerer. En beskrivelse av relevante tekniske og organisatoriske barrierer er gitt i vedlegget i kapittel 9. Sannsynligheten for at hendelsen inntreffer og konsekvensen den vil ha for både helse og sikkerhet, og miljø er også gitt av tabellen. De hendelsene som er vurdert til å ikke være relevante for enten helse og sikkerhet *eller* miljø er merket *IR* (ikke relevant).

Tabell 6: Risikovurdering (S- sannsynlighet, K- konsekvens, R- risiko, A- akseptabel, T- tolerabel)

Uønsket hendelse					**Helse og sikkerhet**			**Miljø**		
Kate-gori	**ID**	**Hendelse**	**Årsak**	**Kommentarer**	**S**	**K**	**R**	**S**	**K**	**R**
rann	A 1	Koks, bek antenner	Friksjonsoppvarming ved knusing/ nedmaling. Feil på utstyr som genererer varme som antenner koks, bek. Annen ekstern varmekilde antenner materiale.	Materialet har høy antennelsestemperatur, og vil være vanskelig å antenne.	VL	M	A	VL	M	A
	A 2	Brann i ovn (agglomerering, overflatebehandling, grafittisering).	Feil på ovn. Tap av beskyttelsesgass.	Veldig høy temperatur i grafittiseringsovner. Vil ha flere slike ovner. Legges opp til få personer i ovnshall. Størst konsekvens knyttet til brann i ovn vurderes å være ved gjennombrenning (grunnet lufttilførsel/ tap av kontrollert atmosfære). Produksjonsmetoden medfører begrenset mengde brennbart materiale i ovn som medfører begrenset mengde gass-/ røykutslipp. Lav spredningsfare mellom ovnene mtp. brann.	L	L	A	L	L	A

Uønsket hendelse					Helse og sikkerhet			Miljø		
Kate-gori	**ID**	**Hendelse**	**Årsak**	**Kommentarer**	**S**	**K**	**R**	**S**	**K**	**R**
	A 3	Brann hos nærliggende virksomhet/ område sprer seg til fabrikk.	Brann ved Yaras ammoniakkfabrikk. Brann ved Yaras Fullgjødsel 3 og 4.	Blandinger av eksplosive gasser ved ammoniakkfabrikken. Vil påvirke nærliggende områder/ anlegg (definert som storulykkehendelse i HIPs og Yaras risikovurderinger). God responstid grunnet felles industrivern og nærliggende brannvesen. Branner ved fabrikken vil trolig være veldig isolert til fabrikken. Redusert sannsynlighet for spredning til anlegg. Kan derimot medføre strømutfall for andre aktører/ virksomheter.	VL	VL	A	IR	IR	IR
	A 4	Brann i oljekjølte trafostasjoner/ elektrisk anlegg	Støv som kan lede strøm medfører varmeutvikling, bortfall av kjølevann til trafostasjoner. Overbelastning av elektrisk anlegg.	Begrenset hvor høy IP-klassifisering fordelinger kan ha grunnet behov for ventilasjon. Underfordelinger vil være ute (i eksempelvis ovnshall). Disse må IP-klassifiseres.	VL	M	T	VL	VL	A
Eksplosjon	B 1	Dampeksplosjon grunnet oppvarming av kjølevann.	Kjølevann til veldig varme ovner sirkuleres ikke. Kjølevann kommer inn i ovn som medfører høyt trykk inne i ovn.	Utfordrende å redusere konsekvens knyttet til hendelsen. Flere ovner med begrenset innhold mtp spredning av støv, avgassing. Ovner i fysisk avstand fra møllene. Lite sannsynlig med dominoeffekt mellom ovner eller videre forplantning av brann. Vurderes til å kun påvirker batchen i den ene ovnen. Hendelsen kan medføre dødsfall skulle personer befinne seg i nærheten av aktuell ovn.	VL	VH	T	VL	L	A
	B 2	Lekkasje av metan/propan brukt til overflatebehandling fører til eksplosjon.	Feil på ventil, brudd på rør. Kommer deretter i kontakt med varmekilde.	Lagring og bruk av farlige stoffer iht. forskriftskrav. Det vil være begrensede mengder industrigass som oppbevares ved fabrikken. Forventet/ estimert mengde gass vil være under grenseverdi for meldeplikt iht. Storulykkeforskriften.	VL	VH	T	VL	VL	A
	B 3	Svevestøv antenner og medfører eksplosjon.	Svevestøv som følge av dårlig rengjøring, støv blir luftbårent som følge av mindre eksplosjon. Kommer deretter i kontakt med antennelseskilde og eksploderer.	En første eksplosjon kan virvle opp liggende støv i fabrikken som deretter medfører en større og kraftigere eksplosjon.	VL	VH	T	VL	VL	A
	B 4	Eksplosjon hos nærliggende virksomhet/ infrastruktur medfører skade på fabrikk og/ eller skade på ansatte ved fabrikken.	Lekkasje ved Yaras ammoniakkfabrikk.	Naturgass brukt ved ammoniakkproduksjon kan medføre eksplosjon. Ammoniakk føres via rør til tankterminal hvor de store mengdene flytende ammoniakk lagres. Store nok mengder eksplosjonsfarlig gass ved Yara i nord til å kunne ramme anlegget. Personer som ferdes ute ved eksplosjon like nord for fabrikk vil være det mest kritiske scenarioet.	VL	VH	T	IR	IR	IR

Uønsket hendelse					Helse og sikkerhet			Miljø		
Kate-gori	**ID**	**Hendelse**	**Årsak**	**Kommentarer**	**S**	**K**	**R**	**S**	**K**	**R**
Luftforurensning	C 1	Utslipp av bekstøv/PAH til luft.	Feil/skade på filtreringsprosess (skade på filter, bortfall av strøm). Operatørfeil (utslipp fra storsekk etc.).	Bekstøv må ikke slippes ut, PAH er kreftfremkallende. Kan medføre alvorlig helsemessige skader og skader på miljø. Bek inneholder en andel PAH som er på EUs liste over prioriterte miljøgifter. Stort utslipp kan ramme bebyggelse øst for Herøya. Kartlagt store naturverdier et stykke unna Herøya, men fareforholdet kommer ikke i konflikt med dette området. Lav sannsynlighet for langvarig strømutfall.	M	M	T	M	H	T
	C 2	Utslipp av grafittstøv, koksstøv til luft.	Feil/skade på filtreringsprosess (skade på filter, bortfall av strøm). Operatørfeil (utslipp fra storsekk etc.).	Støv fra råmateriale og grafittstøv er ikke til skade for miljø. Kan være helseskadelig ved inhalering. Lav sannsynlighet for langvarig strømutfall.	M	L	A	M	L	A
	C 3	Utslipp av urenset gass eller ufiltrert støv fra varme prosesser (PAH, H2S).	Lekkasje i rørkanaler for gass. Feil/skade på filtreringsprosess (skade på filter, bortfall av strøm) eller feil på brennkammer medfører at nødvendig utslipp av gass ikke renses.	Det vil være fortsatt gassproduksjon fra varme prosesser selv om filtreringsprosess feiler. Prosessen vil ikke kunne stanses før temperatur senkes til et visst nivå. Lav sannsynlighet for langvarig strømutfall.	M	M	T	M	H	T
	C 4	Utslipp av urenset gass eller ufiltrert støv fra kalde prosesser (spesielt PAH-forbindelser), H2S).	Lekkasje i rørkanaler. Feil/skade på filtreringsprosess (skade på filter, bortfall av strøm) medfører at eventuelt utslipp av gass ikke renses.	Kalde prosesser kan stanses mye raskere enn varme prosesser, noe som gjør det lettere å stanse gass- og støvproduksjon fra kalde prosesser. Lav sannsynlighet for langvarig strømutfall.	M	L	A	M	L	A
Vannforurensning	D 1	Bekstøv går inn i avløpssystem.	Støv på flater i fabrikk vaskes bort og havner i avløpssystem. Oversvømmelse av fabrikk. Hull på storsekk som benyttes for lagring og håndtering av bek.	Bekstøv er skadelig for miljøet. Det vil ikke være akseptabelt med noe utslipp, men konsekvens for mindre mengder utslipp vil trolig være begrenset.	IR	IR	IR	M	H	T
	D 2	Støv fra råmateriale (ikke bek)/ grafittstøv havner i avløpssystem.	Støv på flater i fabrikk vaskes bort og havner i avløpssystem. Oversvømmelse av fabrikk. Hull på storsekk som benyttes for lagring og håndtering av råmateriale og ferdig produkt.	Støv fra koks og grafitt vurderes til å ikke være farlig for miljøet.	IR	IR	IR	M	L	T

Uønsket hendelse					Helse og sikkerhet			Miljø		
Kate-gori	**ID**	**Hendelse**	**Årsak**	**Kommentarer**	**S**	**K**	**R**	**S**	**K**	**R**
Kvelende atmosfære	E 1	Lekkasje av beskyttelsesgass (argon, N_2), industrigass (metan, propan, LNG, LBG) inne i/ ved fabrikk skaper kvelende atmosfære.	Lekkasje ved fylling fra tankbil, skade på tanker/ flasker. Skade på rør/ ventiler for gass. Lekkasje fra ovner hvor gass benyttes. Gass blir liggende i lokale søkk/lavpunkt. CO kan dannes i ovner som kan skade arbeidere når ovnene åpnes.	Grenland brann og redning IKS har erfaring med håndtering av gasser (besitter røykdykkerkompetanse) og samarbeider med industrivernet. Industrivernet sitter på faglig kompetanse mtp kjemikalier og gasser på avveie. Flere gjennomføres felles øvelser knyttet til gasslekkasje årlig. Da det er snakk om mindre mengder industrigass vurderes hendelsen til å ikke være relevant for miljø.	L	H	T	IR	IR	IR
	E 2	Utslipp av farlig gass (etsende, kvelende) fra nærliggende virksomhet eller infrastruktur. Utslipp av ammoniakk fra Yaras ammoniakkfabrikk. Nitroselekkasje fra Yaras salpetersyrefabrikk)	Skade på utstyr, infrastruktur, beholdere. Brudd på transportrør for ammoniakk.	Sannsynlighet for lekkasje ammoniakk 10^{-7}/år. Nitrose ved store konsentrasjoner kan ramme ansatte ved uheldig vindretning, er ekstremt skadelig. Ammoniakklekkasje vurderes som mest kritisk for anlegget.	VL	M	A	IR	IR	IR
Bortfall av kjølevann	F 1	Kjølevann til transformator, miksere, ovner faller ut/ tilgang på kjølevann er ikke tilstrekkelig. Medfører at kjølevann varmes opp som kan medføre dampeksplosjon.	Skade/ feil på vannrør, pumper etc. (nedgravde rør). Bortfall av strøm.	Kommunalt vannledning vil trolig ikke kunne levere tilstrekkelig vann (nødløsning). Transformator kobles ut ved for høy temperatur. Kjølevannsbehov på ca. 2000 m^3/h . Pumper kan stanse grunnet feil/ skade (ikke bare bortfall lav strøm, dette er mindre sannsynlig). Forrige utfall fra Knarrdalstrand 1985, men har opplevd flere "dipper"/ støy på nett. Lav sannsynlighet for fullstendig og langvarig strømutfall.	VL	M	A	VL	L	A
Naturfare	G 1	Oversvømmelse av anlegg	Springflo, kraftig nedbør (hull i/ skade på tak eller overvann). Havnivåstigning. Tetting av innvendige taknedløp. Lekkasje av kjølevann.	Kan føre til strømutfall, skade på kritisk utstyr. Ikke veldig store konsekvenser mtp. HMS. Erfart oversvømmelse andre steder hvor bygg med flatt tak utformes med innvendige taknedløp.	L	VL	A	L	VL	A

Uønsket hendelse					Helse og sikkerhet			Miljø		
Kate-gori	**ID**	**Hendelse**	**Årsak**	**Kommentarer**	**S**	**K**	**R**	**S**	**K**	**R**
Trafikk	H 1	Tunge kjøretøy som frakter farlig gods kolliderer, gods antenner. Kjøretøy kjører inn i rørbro, tanker. Påkjørsel av myke trafikanter (gående, syklende).	Uoversiktlig trafikkbilde (fører forstår ikke kjøremønster), dårlig vegstandard.	Registrert noen ulykker på Herøya, ukjent skadeomfang (siste ulykke i 2012). Forventes ***omtrent 30-40*** tunge kjøretøy daglig (på dagtid). Innkjøring fra nord, ikke via Herøyagata. HIP opplever økt trafikkmengde av tunge kjøretung. 40 lastebiler daglig vurderes som mye., men vurderes mer som en utfordring knyttet til logistikk/ drift. Eksisterende trafikkmengde kan også være en logistikkutfordring for kjøretøy til/fra anlegget. Brannvesenet har to uavhengige utrykningsakser fra Herøya. Stasjonen er nå plassert på utsiden av gjerder til HIP.	VL	H	T	IR	IR	IR
Strømutfall	I1	Strømutfall medfører bortfall av kjølevann (til ovner, kan medføre dampeksplosjon) samt bortfall av rensesystem for gasser fra varme prosesser.	Uvær (lyn og torden), eksterne hendelser for Herøya. Hendelser ved sentralnett. Plutselig eller varig utslipp av strømledende støv treffer elektriske installasjoner som medfører kortslutning.	Herøya Nett vurderer det som veldig usannsynlig med fullstendig strømbortfall for virksomheter ved HIP. Herøya Nett har prioritert nett (P3-nett, 10 kV, kobler om ila sekunder). Mistes strøm fra Knarrdalstrand hentes strøm fra vestsiden. Nødstrøm krever egne aggregat. P3-nett medfører ikke garanti for strømtilførsel. 22 kV (to egne trafoer som mater fabrikken, vurderes som mest aktuelt nå). 100 MVA fra sentralnett. Medfører at hendelser på Herøya ikke skal påvirke strømtilførsel for fabrikken. Har tidligere vært strømutfall grunnet støy på nett /spenningsdip (kun kortvarig utfall). Sjøvannspumpestasjon (til kjøling) forsynes av eksisterende 10kV-anlegg. Strømutfall på noen minutter kan medføre større konsekvenser for driftspålitelighet mtp. ovner.	VL	M	A	VL	H	T

5.1 Risikovurdering helse og sikkerhet

Figur 8 under viser en risikomatrise med oversikt over risikoen hver uønsket hendelse representerer for helse og sikkerhet. Det er totalt vurdert 20 hendelser hvorav 18 vurderes til å være relevante for helse og sikkerhet. 7 av hendelsene karakteriseres ved akseptabel risiko mens 11 uønskede hendelser vurderes til å representere tolerabel risiko.

Det største risikobidraget vurderes til å være hendelser knyttet til eksplosjon(B-hendelser), luftforurensning (C) og kvelende atmosfære (E) inne i fabrikken. Hendelsene som omhandler eksplosjon karakteriseres av veldig lav sannsynlighet, men derimot katastrofal konsekvens da eksplosjon vurderes til å kunne medføre dødsfall. Hendelser som innebærer ukontrollert utslipp av bekstøv, PAH og H_2S til luft representerer også et betydelig risikobidrag ved fabrikken da dette er stoffer som kan forårsake store helsemessige skader. Det er derimot knyttet usikkerhet til hvor store mengder støv og gass som realistisk sett kan kunne slippes ut fra fabrikken.

Risikomatrisen vist ved Figur 8 viser også at samtlige hendelser knyttet til brann vurderes til å representere akseptabel risiko med tanke på helse og sikkerhet da produksjonen av anodegrafitt ikke innebærer store mengder brennbart materiale.

		Konsekvens				
		VL	L	M	H	VH
Sannsynlighet	VH					
	H					
	M		C2	C1, C3		
	L	G1	A2	C4, E2	E1	
	VL	A3		A1, A4, F1, I1	H1	B1, B2, B3, B4

Figur 8: Risikomatrise, helse og sikkerhet

5.2 Risikovurdering miljø

Figur 9 viser risikomatrisen som oppsummerer risikovurderingen fra Tabell 6 hva angår konsekvenser for miljø. Det er her identifisert 15 hendelser som vurderes til å kunne påvirke miljøet, enten gjennom forurensning til grunn, forurensning av luft eller av vann. 8 av de vurderte hendelsene karakteriseres ved akseptabel risiko mens 7 hendelser vurderes til å representere tolerabel risiko.

Det største risikobidraget mtp. miljø vurderes til å være hendelser knyttet til luftforurensing (B-hendelser) og vannforurensning (D). For alle disse hendelsene er det snakk om utslipp av bek, PAH og/ eller H_2S. Igjen merkes det at det er usikkerhet knyttet til hvor store mengder støv og gass som realistisk sett kan kunne slippes ut fra fabrikken.

Likt som for helse og sikkerhet representerer alle hendelser som omhandler brann ved fabrikken akseptabel risiko for miljøet.

		Konsekvens				
		VL	L	M	H	VH
Sannsynlighet	VH					
	H					
	M		C2, C4, D2		C1, C3, D1,	
	L	G1	A2			
	VL	A4, B2, B3	B1, F1	A1,	I1	

Figur 9: Risikomatrise, miljø

5.3 Vurdering av usikkerhet

Fagpersoner som arbeider med anodegrafittfabrikk-prosjektet samt fagpersoner fra pilotprosessanlegget til Elkem har god detaljkunnskap- og kompetanse på produksjonsprosessene for grafittstøv. Det gode kunnskaps- og erfaringsgrunnlaget til fagpersonene involvert bidrar med å redusere usikkerheten ved de vurderingene som er gjort. Det er likevel en del detaljer som ennå ikke er avgjort da prosjektet fortsatt er i en konseptfase. Dette kan medføre større usikkerheter i vurderingen, gitt at man mangler informasjon om spesifikke stoffer, mengder og logistikken tilknyttet håndteringen av stoffene, samt hvordan disse påvirker helse, sikkerhet og miljø.

6 Risikoreduserende tiltak

Som vist av både analysetabellen og risikomatrisene i kapittel 5 er det ikke identifisert uønskede hendelser som vurderes til å representere uakseptabel risiko. Det er derfor vurdert risikoreduserende tiltak på bakgrunn av ALARP-prinsippet (as low as reasonably practicable). Prinsippet innebærer at tiltak skal implementeres hvis risikoreduserende effekt oppveier tiltakets kostnad.

Det følgende kapittelet presenterer identifiserte tekniske og organisatoriske tiltak og deres vurderte risikoreduserende effekt. Flere av tiltakene vil ha en risikoreduserende effekt for flere av de uønskede hendelsene. En oversikt over hvilke farekilder de ulike tiltakene vil påvirke er gitt av Tabell 8. Identifiserte tiltak som vurderes til å ikke ha ønsket effekt er ikke inkludert i denne rapporten. Tiltak som vurderes å være gitt av lovkrav og dermed påkrev anses å utgjøre eksisterende sikkerhetsbarrierer, og er derfor ikke inkludert i tabellen over identifiserte tiltak.

Identifiserte tiltak for hver uønsket hendelse er presentert i Tabell 7 under. Det er total identifisert 28 ulike tekniske og organisatoriske tiltak som enkeltvis og samlet vurderes til å kunne redusere risikonivået ved anodegrafittfabrikken.

Tabell 7: Oversikt over identifiserte tiltak og deres effekt

Uønsket hendelse			Tiltak	
Fare	**ID**	**Hendelse**	**Tiltaksbeskrivelse**	**Vurdert effekt**
Brann	A1	Koks, bek antenner	Temperaturmålere som overvåker temperatur for flere prosesstrinn.	Vil redusere sannsynligheten for at feil på utstyr som medfører varmeutvikling kan antenne koks og/ eller bek.
			Sensor som varsler om feil på utstyr som kan generere varme.	Andre sensorer enn temperaturmålere kan tidligere detektere feil som videre kan medføre varmegenerering.
	A2	Brann i ovn (agglomerering, overflatebehandling, grafittisering).	Brannsikkerhet knyttet til ovnene vurderes videre i prosjektet.	Skal påse sikker og hensiktsmessig utforming av ovner.
			Vurdere EX-sone for overflatebehandlings-ovner grunnet bruk av industrigass ved dette prosesstrinnet.	Innebærer detaljert vurdering av fare for eksplosjon knyttet til industrigass. Reduserer sannsynlighet og konsekvens av brann i ovner.
	A3	Brann hos nærliggende virksomhet/ område sprer seg til fabrikk.	Må sikre at det vil være mulig å stenge ned prosesser på kort tid uten at hendelser/ situasjoner eskalerer/ forverres. Spesielt viktig ved svært høye temperaturer på ovner som er godt isolert.	Vil tillate rask evakuering av fabrikken uten at ulykker får utvikle seg. Vil også lette arbeid for personell som yter bistand (brannvesen etc.).
			Utforme kontrollrom som lufttett rom som da kan driftes/ benyttes ved brann.	Vil kunne gjøre det mulig å drifte kritiske prosesser ved uønskede hendelser. Vil redusere sannsynlighet og konsekvens for at uønskede hendelser inntreffer ved fabrikken grunnet eksterne forhold.
	A4	Brann i oljekjølte trafostasjoner/ elektrisk anlegg	Videre vurdere IP-klassifisering for elektrisk anlegg.	Vil redusere sannsynlighet for brann i elektriske installasjoner og anlegg.
			Vurdere å bruke miljøvennlig kjøleolje	Reduserer konsekvens for miljø skulle olje havne i sjø eller avløpssystem.
Eksplosjon	B1	Dampeksplosjon grunnet oppvarming av kjølevann.	Avklare tilgang på reservestrøm med Herøya (påse redundans).	Vil bidra til å etablere robust og pålitelig strømforsyning. Reduser sannsynlighet for strømutfall.
			Vurdere nødvannforsyning fra råvannsforsyning på Herøya.	Etablering av redundans i vannforsyning reduserer sannsynlighet for dampeksplosjon og vil bedre sikkerhet knyttet til prosesstrinn som er avhengig av kjølevann.

Uønsket hendelse			Tiltak	
Fare	**ID**	**Hendelse**	**Tiltaksbeskrivelse**	**Vurdert effekt**
			Vurdere å benytte "brukt" kjølevann (24 graders utløpsvann fra Yara).	Etablering av redundans i vannforsyning reduserer sannsynlighet for dampeksplosjon og vil bedre sikkerhet knyttet til prosesstrinn som er avhengig av kjølevann.
			Vurdere å etablere buffertank på anlegg for kortere bortfall av kjølevann.	Etablering av redundans i vannforsyning reduserer sannsynlighet for dampeksplosjon og vil bedre sikkerhet knyttet til prosesstrinn som er avhengig av kjølevann.
	B2	Lekkasje av metan/propan brukt til overflatebehandling fører til eksplosjon	Vurdere EX-sone for overflatebehandlings-ovner grunnet bruk av industrigass ved dette prosesstrinnet.	Innebærer detaljert vurdering av fare for eksplosjon knyttet til industrigass. Reduserer sannsynlighet og konsekvens av brann i ovner.
	B3	Svevestøv antenner og medfører eksplosjon	Etablere rutiner for renhold/ fjerning av støv.	Redusert mengde støv reduserer konsekvens.
	B4	Eksplosjon hos nærliggende virksomhet/ infrastruktur medfører skade på fabrikk og/ eller skade på ansatte ved fabrikken.	Anlegg må utformes slik at det kan tåle eksplosjonslast fra Yara (nord for anlegg). Sensitivt/ kritisk utstyr og infrastruktur må plasseres/utformes slik at ekstern eksplosjonslast ikke medfører stor skade eller dominoeffekter.	Reduserer konsekvens ved eksplosjon ved nærliggende virksomheter. Vil bedre driftssikkerheten ved fabrikken som igjen vil redusere sannsynligheten for uønskede hendelser inntreffer ved fabrikken som følge av eksterne eksplosjonslaster.
			Nødvendig å etablere lufttett rom som kan benyttes ved gasslekkasje etc. som kan medføre eksplosjon eller annen hendelse.	Vil kunne ivareta ansatte ved fabrikken ved fare for eksplosjon eller farlig atmosfære.
Luftforurensning	C1	Utslipp av bekstøv/PAH til luft.	Vurdere behov for nødstrømsforsyning til renseanlegg.	Vil kunne fortsette rensing av avgasser og filtrering av støv ved strømutfall.
			Overvåking av trykkfall over filter for å kunne detektere skade/hull på filter.	Gjør det mulig å stanse prosesstrinn ved feil på renseprosess.
			Vedlikeholdsarbeidere må besitte tilstrekkelig kunnskap/ kompetanse for å kunne håndtere bekstøv forsvarlig.	Reduserer sannsynlighet for at ansatte tar skade av bek og reduserer sannsynlighet for at bekstøv slippes ut til luft eller vann.
	C2	Utslipp av grafittstøv, koksstøv til luft.	Vurdere behov for reservestrømforsyning til renseanlegg.	Vil kunne fortsette rensing av avgasser og filtrering av støv ved strømutfall.
			Overvåking av trykkfall over filter for å kunne detektere skade/hull på filter.	Gjør det mulig å stanse prosesstrinn ved feil på renseprosess.
	C3	Utslipp av urenset gass/støv fra varme prosesser (PAH, H2S).	Vurdere behov for reservestrømforsyning til renseanlegg/ brennkammer.	Vil kunne fortsette rensing/ forbrenning av avgasser og filtrering av støv ved strømutfall.
			Overvåking av trykkfall over filter for å kunne detektere skade/hull på filter.	Gjør det mulig å stanse prosesstrinn ved feil på renseprosess.
			Kartlegge hvor store gassmengder som forventes å bli produsert ved bortfall strøm/filter.	Vil bidra til kartlegging av skadepotensial som følge av utslipp av urenset gass fra varme prosesser.
			Behov for nødskorstein for varme prosesser må vurderes videre.	Vil gjøre det mulig å fjerne gass fra fabrikk ved fortsatt gassproduksjon ved strømutfall/ skade på renseanlegg.
	C4	Utslipp av urenset gass/støv for kalde prosesser (PAH, H2S).	Vurdere behov for reservestrømforsyning til renseanlegg/ brennkammer.	Vil kunne fortsette rensing/ forbrenning av avgasser og filtrering av støv ved strømutfall.
			Overvåking av trykkfall over filter for å kunne detektere skade/hull på filter.	Vil kunne fortsette rensing av avgasser og filtrering av støv ved strømutfall.
			Kartlegge gassmengder som forventes å bli produsert fra kalde prosesser etter prosessen avsluttes.	
Vann	D1	Bekstøv går inn i avløpssystem.	Vurdere behov for rensing av avløpsvann eller for renseanlegg for de steder bekstøv benyttes.	Vil redusere mengde bekstøv som når avløpssystem og reduserer dermed skade på miljø.

Uønsket hendelse			Tiltak	
Fare	**ID**	**Hendelse**	**Tiltaksbeskrivelse**	**Vurdert effekt**
			Etablere rutiner for renhold/ fjerning av støv.	Reduserer sannsynligheten for at bekstøv når avløpssystemet.
	D2	Støv fra råmateriale (ikke bek)/ grafittstøv havner i avløpssystem.	Vurdere behov for rensing av avløpsvann eller for renseanlegg for de steder råmateriale og grafitt benyttes/ håndteres.	Vil redusere mengde bekstøv som når avløpssystem og reduserer dermed skade på miljø.
			Vurdere å støvsuge støv fremfor å spyle ned i avløpssystem.	Reduserer sannsynligheten for at bekstøv når avløpssystemet.
Kvelende atmosfære	E1	Lekkasje av beskyttelsesgass (argon, N_2), industrigass (metan, propan, LNG, LBG) inne i/ ved fabrikk skaper kvelende atmosfære.	Vurdere behov for å etablere rutiner for å påse at produkt som går inn i ovner ikke har høy fuktighet.	Vil redusere CO-produksjon i ovnsprosessene.
			Driftsinstruks for åpning av ovner skal sørge for at eventuelt gjenværende CO-gass i ovnen flushes ut til avgassystemet før åpning.	Vil bidra til at større mengder CO og/eller inertgass ikke slippes ut i ovnshall. Ivaretar sikkerhet til ansatte som åpner ovner.
			Vurdere behov for maske, gassdetektor i ulike deler av fabrikk.	Gjør det mulig for ansatte å raskt kunne beskytte seg selv ved lekkasje av farlige gasser. Reduserer konsekvens av farlig atmosfære i fabrikken.
			Vurdere å utforme anlegg uten kulverter og lokale søkk for å unngå at kvelende gasser ansamles samt påse hensiktsmessig ventilasjon av anlegg.	Reduserer både sannsynligheten for og konsekvensen av farlig atmosfære i fabrikk.
	E2	Utslipp av farlig gass (etsende, kvelende) fra nærliggende virksomhet eller infrastruktur. Utslipp av ammoniakk fra Yaras ammoniakkfabrikk. Nitroselekkasje fra Yaras salpetersyrefabrikk)	Utforme kontrollrom som lufttett rom som da kan driftes/ benyttes ved brann.	Vil kunne gjøre det mulig å drifte kritiske prosesser ved uønskede hendelser. Vil redusere sannsynlighet og konsekvens for at uønskede hendelser inntreffer ved fabrikken grunnet eksterne forhold.
Bortfall av kjølevann	F1	Kjølevann til transformator, miksere, ovner faller ut/ tilgang på kjølevann er ikke tilstrekkelig. Medfører at kjølevann varmes opp noe som kan medføre dampeksplosjon.	Avklare tilgang på reservestrøm med Herøya.	Vil bidra til å etablere robust og pålitelig strømforsyning. Reduser sannsynlighet for strømutfall.
			Vurdere nødvannsforsyning fra råvannsforsyning på Herøya.	Etablering av redundans i vannforsyning reduserer sannsynlighet for dampeksplosjon og vil bedre sikkerhet knyttet til prosesstrinn som er avhengig av kjølevann.
			Vurdere å benytte "brukt" kjølevann (24 graders utløpsvann fra Yara).	Etablering av redundans i vannforsyning reduserer sannsynlighet for dampeksplosjon og vil bedre sikkerhet knyttet til prosesstrinn som er avhengig av kjølevann.
			Vurdere å etablere buffertank på anlegg for kortere bortfall av kjølevann.	Etablering av redundans i vannforsyning reduserer sannsynlighet for dampeksplosjon og vil bedre sikkerhet knyttet til prosesstrinn som er avhengig av kjølevann.
Naturfare	G1	Oversvømmelse av anlegg	Påse at eventuelle innvendige taknedløp er hensiktsmessig utformet og videre utforming av fabrikk hensyntar fare for oversvømmelse ved kraftig nedbør.	Reduserer sannsynlighet for oversvømmelse av fabrikk.
			Sikkerhetsmargin på klimapåslag på flomsonenivå.	Reduserer sannsynlighet for oversvømmelse av fabrikk.

Uønsket hendelse			Tiltak	
Fare	**ID**	**Hendelse**	**Tiltaksbeskrivelse**	**Vurdert effekt**
Trafikk	H1	Tunge kjøretøy som frakter farlig god kolliderer, gods antenner. Kjøretøy kjører inn i rørbro, tanker. Påkjørsel av myke trafikanter (gående, syklende).	Videre vurdere hvordan trafikksikkerheten påvirker eksisterende trafikksituasjon grunnet økt trafikkmengde.	Muliggjør identifisering av nødvendige risikoreduserende tiltak og vil kunne ivareta grensesnitt med annen trafikk på Herøya.
Strømutfall	I1	Strømutfall medfører bortfall av kjølevann (til ovner, kan medføre dampeksplosjon) samt bortfall av rensesystem for gasser fra varme prosesser.	Vurdere å etablere buffertank på anlegg for kortere bortfall av kjølevann.	Etablering av redundans i vannforsyning reduserer sannsynlighet for dampeksplosjon og vil bedre sikkerhet knyttet til prosesstrinn som er avhengig av kjølevann.
			Vurdere behov for reservestrømforsyning til renseanlegg.	Vil kunne fortsette rensing av avgasser og filtrering av støv ved strømutfall. Vil redusere miljømessige konsekvenser.

Tabell 8 under gir en oversikt over hvilke farekilder de ulike tiltakene vil risikoreduserende effekt for.

Tabell 8: Oversikt over hvilke farekilder ulike tiltak vil påvirke

Tiltak	Brann	Eksplosjon	Luftforurensning	Vann-forurensning	Kvelende atmosfære	Bortfall av kjølevann	Natur-fare	Trafikk	Strøm-bortfall
Temperaturmålere som overvåker temperatur for flere prosesstrinn.	X								
Sensor som varsler om feil på utstyr som kan generere varme.	X								
Brannsikkerhet knyttet til ovnene vurderes videre i prosjektet.	X								
Vurdere EX-sone for overflatebehandlings-ovner grunnet bruk av industrigass ved dette prosesstrinnet.	X	X							
Må sikre at det vil være mulig å stenge ned prosesser på kort tid uten at hendelser/ situasjoner eskalerer/ forverres. Spesielt viktig ved svært høye temperaturer på ovner som er godt isolert.	X								
Utforme kontrollrom som lufttett rom som da kan driftes/ benyttes ved brann.	X	X							
Videre vurdere IP-klassifisering for elektrisk anlegg.	X								
Vurdere å bruke miljøvennlig kjøleolje.				X					
Avklare tilgang på reservestrøm med Herøya (påse redundans).		X	X			X			X
Vurdere nødvannsforsyning fra råvannsledning på Herøya.		X				X			
Vurdere benytte "brukt" kjølevann (24 graders utløpsvann fra Yara).		X				X			
Vurdere å etablere buffertank på anlegg for kortere bortfall av kjølevann.		X				X			X
Etablere rutiner for renhold/ fjerning av støv.		X		X					
Anlegg må utformes slik at det kan tåle eksplosjonslast fra Yara (nord for anlegg). Sensitivt/ kritisk utstyr og infrastruktur må plasseres/utformes slik at ekstern eksplosjonslast ikke medfører stor skade eller dominoeffekter.		X							

Tiltak	Brann	Eksplosjon	Luftforurensning	Vann-forurensning	Kvelende atmosfære	Bortfall av kjølevann	Natur-fare	Trafikk	Strøm-bortfall
Vurdere behov for nødstrømsforsyning til renseanlegg.			X						X
Overvåking av trykkfall over filter for å kunne detektere skade/hull på filter.			X						
Vedlikeholdsarbeidere må besitte tilstrekkelig kunnskap/ kompetanse for å kunne håndtere bekstøv forsvarlig.			X						
Må kartlegge hvor store gassmengder som forventes å bli produsert ved bortfall strøm/filter.			X						
Behov for nødskorstein for varme prosesser må vurderes videre.			X						
Kartlegge gass-/støvmengder som forventes å bli produsert fra kalde prosesser etter prosessen avsluttes.			X						
Vurdere behov for rensing av avløpsvann eller for renseanlegg for de steder bekstøv benyttes.				X					
Vurdere behov for å etablere rutiner for å påse at produkt som går inn i ovner ikke har høy fuktighet.					X				
Driftsinstruks for ovner.					X				
Vurdere behov for maske, gassdetektor i ulike deler av fabrikk.					X				
Vurdere å utforme anlegg uten kulverter og lokale søkk for å unngå at kvelende gasser ansamles samt påse hensiktsmessig ventilasjon av anlegg.					X				
Påse at eventuelle innvendige taknedløp er hensiktsmessig utformet og videre utforming av fabrikk hensyntar fare for oversvømmelse ved kraftig nedbør.							X		
Sikkerhetsmargin på klimapåslag på flomsonenivå.							X		
Videre vurdere hvordan trafikksikkerheten påvirker eksisterende trafikksituasjon grunnet økt trafikkmengde.								X	

7 Oppsummering og konklusjon

ROS-analysen har hatt som mål å sikre at forhold som kan medføre alvorlige konsekvenser for mennesker (helse og sikkerhet) og miljøet blir identifisert og vurdert slik at Elkem kan redusere eventuell risiko og sårbarhet av ny anodegrafittfabrikk på Herøya.

Det er identifisert 20 uønskede hendelser for anodegrafikkfabrikken. Av disse vurderes 18 å være relevante med tanke på helse og sikkerhet, mens 15 vurderes til å representere en risiko for miljø. Ingen av de identifiserte hendelsene karakteriseres ved uakseptabel risiko. Med tanke på helse og sikkerhet er det uønskede hendelser knyttet til eksplosjon som vurderes å utgjøre det største risikobidraget ved fabrikken. Videre karakteriseres hendelser knyttet til luftforurensning og kvelende atmosfære inne i fabrikken ved tolerabel risiko.

Den største risikoen for miljøet vurderes til å være hendelser knyttet til luftforurensing og vannforurensning. For alle disse hendelsene er det snakk om utslipp av bek, PAH og/ eller H_2S. Det er usikkerhet knyttet til hvor store mengder støv og gass som realistisk sett kan kunne slippes ut fra fabrikken. Det er derfor valgt å vurdere hendelser hvor utslippsmengden av disse stoffene er høyt.

På bakgrunn av de identifiserte og risikovurderte uønskede hendelsene er det identifisert 28 ulike tekniske og organisatoriske risikoreduserende tiltak. Da det ikke er identifisert uakseptable risikoforhold ved fabrikken er tiltak vurdert på bakgrunn av ALARP-prinsippet. Flere av de identifiserte tiltakene vil ha en risikoreduserende effekt for flere av hendelsene. Noen av de viktigste tiltakene omhandler tilstrekkelig og kontinuerlig tilgang på kjølevann og påliteligheten knyttet til strømtilgang. Årsaken er at bortfall av enten kjølevann eller strøm vil kunne resultere i farlige situasjoner som kan ramme liv og helse samt miljø.

Gitt at identifiserte tiltak implementeres vurderes risikonivået knyttet til den planlagte anodegrafittfabrikken til å være tilfredsstillende iht. risikoakseptkriteriene beskrevet i kapittel 2.6.2.

8 Referanser

[1] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven),* 2008.

[2] Direktoratet for Samfunnssikkerhet og beredskap, «Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging: Metode for risiko- og sårbarhetsanalyse i planleggingen,» DSB, 2017.

[3] Klima- og miljødepartementet, Kommunal- og moderniseringsdepartementet, *Forskrift om konsekvensutredninger,* 2017.

[4] Klima- og miljødepartementet, *Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven),* 1983.

[5] Miljødirektoratet, «Konsekvensutredninger for klima og miljø, veileder M-1941,» Miljødirektoratet, 2020.

[6] Porsgrunn kommune, «Helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse, Porsgrunn kommune,» Porsgrunn kommune, 2019.

[7] Sweco, «ROS Roligheten reguleringsplan,» Sweco, 2020 (utkast).

[8] HIP AS, «Sikkerhet og beredskap ved Herøya Industripark,» HIP AS, 2015.

[9] Bilfinger, «HAZID report, Elkem Anode Graphite Plant,» Bilfinger, 2020 (rev. 01).

[10] Elkem, «Risk Management Instructions,» Elkem, 2018.

9 Vedlegg

Uønsket hendelse						Helse og sikkerhet			Miljø			Tiltak
Fare	**ID**	**Hendelse**	**Årsak**	**Barrierer**	**Kommentarer**	**S**	**K**	**R**	**S**	**K**	**R**	
Brann	A1	Koks, bek antenner	Friksjonsoppvarming ved knusing/ nedmaling. Feil på utstyr som genererer varme som antenner koks, bek. Annen ekstern varmekilde antenner materiale.		Materialet har høy antennelsestemperatur, og vil være vanskelig å antenne.	VL	M	A	VL	M	A	Temperaturmålere som overvåker temperatur for flere prosesstrinn. Sensor som varsler om feil på utstyr som kan generere varme.
	A2	Brann i ovn (agglomerering, overflatebehandling, grafittisering).	Feil på ovn. Tap av beskyttelsesgass.	Lukkede ovner med atmosfærekontroll.	Veldig høy temperatur i grafittiseringsovner. Vil ha flere slike ovner. Legges opp til få personer i ovnshall. Størst konsekvens knyttet til brann i ovn vurderes å være ved gjennombrenning (grunnet lufttilførsel/ tap av kontrollert atmosfære). Produksjonsprosessen medfører begrenset mengde brennbart materiale i ovn som medfører begrenset mengde gass-/ røykutslipp. Lav spredningsfare mellom ovnene mtp. brann.	L	L	A	L	L	A	Brannsikkerhet knyttet til ovnene vurderes videre i prosjektet. Vurdere EX-sone for overflatebehandlings-ovner grunnet bruk av industrigass ved dette prosesstrinnet.

Uønsket hendelse						Helse og sikkerhet			Miljø			Tiltak
Fare	**ID**	**Hendelse**	**Årsak**	**Barrierer**	**Kommentarer**	**S**	**K**	**R**	**S**	**K**	**R**	
	A3	Brann hos nærliggende virksomhet/ område sprer seg til fabrikk.	Brann ved Yaras ammoniakkfabrikk. Brann ved Yaras Fullgjødsel 3 og 4.	Krav om lufttett rom, alarm- og varslingssystem. Felles industrivern ved HIP som har etablert egen brannberedskap. Minst 6 brannkonstabler fra Grenland brann- og redning IKS ved brannsted innen 90 sek.	Blandinger av eksplosive gasser ved ammoniakkfabrikken. Vil påvirke nærliggende områder/ anlegg (definert som storulykkehendelse i HIPs og Yaras risikovurderinger). God responstid grunnet felles industrivern og nærliggende brannvesen. Branner ved fabrikken vil trolig være veldig isolert til fabrikken. Redusert sannsynlighet for spredning til anlegg. Kan derimot medføre strømutfall for andre aktører/ virksomheter.	VL	VL	A	IR	IR	IR	Må sikre at det vil være mulig å stenge ned prosesser på kort tid uten at hendelser/ situasjoner eskalerer/ forverres. Spesielt viktig ved svært høye temperaturer på ovner som er godt isolert. Utforme kontrollrom som lufttett rom som da kan driftes/ benyttes ved brann.
	A4	Brann i oljekjølte trafostasjoner/ elektrisk anlegg	Støv som kan lede strøm medfører varmeutvikling, bortfall av kjølevann til trafostasjoner. Overbelastning av elektrisk anlegg.	Trafostasjon kobles ut ved høy temperatur. Høyspentfordelinger, tavler osv. plasseres i egne rom. Krav om tilsyn av elektrisk anlegg. Høyspent plassert i avlåste rom, forhindre adgang til uvedkomne.	Begrenset hvor høy IP-klassifisering fordelinger kan ha grunnet behov for ventilasjon. Underfordelinger vil være ute (i eksempelvis ovnshall). Disse må IP-klassifiseres.	VL	M	T	VL	VL	A	Videre vurdere IP-klassifisering for elektrisk anlegg. Vurdere å bruke miljøvennlig kjøleolje.
Eksplosjon	B1	Dampeksplosjon grunnet oppvarming av kjølevann.	Kjølevann til veldig varme ovner sirkuleres ikke. Kjølevann kommer inn i ovn som medfører høyt trykk inne i ovn.	To uavhengige vannkilder tilgjengelig på Herøya. Tette ovner med atmosfærekontroll reduserer sannsynlighet for at vann kommer inn i ovn.	Utfordrende å redusere konsekvens knyttet til hendelsen. Mange ovner med begrenset innhold mtp spredning av støv, avgassing. Ovner i fysisk avstand fra møllene. Lite sannsynlig med dominoeffekt mellom ovner eller videre forplantning av brann. Vurderes til å kun påvirker batchen i den ene ovnen. Hendelsen kan medføre dødsfall skulle personer befinne seg i nærheten av aktuell ovn.	VL	VH	T	VL	L	A	Avklare tilgang på reservestrøm med Herøya (påse redundans). Vurdere nødvannsforsyning fra råvannsforsyning på Herøya. Vurdere å benytte "brukt" kjølevann (24 graders utløpsvann fra Yara). Vurdere å etablere buffertank på anlegg for kortere bortfall av kjølevann.

Uønsket hendelse						Helse og sikkerhet			Miljø			Tiltak
Fare	**ID**	**Hendelse**	**Årsak**	**Barrierer**	**Kommentarer**	**S**	**K**	**R**	**S**	**K**	**R**	
	B2	Lekkasje av metan/propan brukt til overflatebehandling fører til eksplosjon.	Feil på ventil, brudd på rør. Kommer deretter i kontakt med varmekilde.		Lagring og bruk av farlige stoffer iht. forskriftskrav. Det vil være begrensede mengder industrigass som oppbevares ved fabrikken. Forventet/ estimert mengde gass vil være under grenseverdi for meldeplikt iht. Storulykkeforskriften.	VL	VH	T	VL	VL	A	Vurdere EX-sone for overflatebehandlings-ovner grunnet bruk av industrigass ved dette prosesstrinnet.
	B3	Svevestøv antenner og medfører eksplosjon.	Svevestøv som følge av dårlig rengjøring, støv blir luftbårent som følge av mindre eksplosjon. Kommer deretter i kontakt med antennelseskilde og eksploderer.		En første eksplosjon kan virvle opp liggende støv i fabrikken som deretter medfører en større og kraftigere eksplosjon.	VL	VH	T	VL	VL	A	Etablere rutiner for renhold/ fjerning av støv.
	B4	Eksplosjon hos nærliggende virksomhet/ infrastruktur medfører skade på fabrikk og/ eller skade på ansatte ved fabrikken.	Lekkasje ved Yaras ammoniakkfabrikk.	Gassmålere, krav om lufttett rom ved fabrikk. Krav om felles alarm- og varslingssystem ved HIP. Felles industrivern ved HIP. Eksisterende krav om utforming av anlegg med utgangspunkt i eksplosjonslaster.	Naturgass brukt ved ammoniakkproduksjon kan medføre eksplosjon. Ammoniakk føres via rør til tankterminal hvor de store mengdene flytende ammoniakk lagres. Store nok mengder eksplosjonsfarlig gass ved Yara i nord til å kunne ramme anlegget. Personer som ferdes ute ved eksplosjon like nord for fabrikk vil være det mest kritiske scenarioet.	VL	VH	T	IR	IR	IR	Anlegg må utformes slik at det kan tåle eksplosjonslast fra Yara (nord for anlegg). Sensitivt/ kritisk utstyr og infrastruktur må plasseres/utformes slik at ekstern eksplosjonslast ikke medfører stor skade eller dominoeffekter. Nødvendig å etablere lufttett rom som kan benyttes ved gasslekkasje etc. som kan medføre eksplosjon eller annen hendelse.

Uønsket hendelse						Helse og sikkerhet			Miljø			Tiltak
Fare	**ID**	**Hendelse**	**Årsak**	**Barrierer**	**Kommentarer**	**S**	**K**	**R**	**S**	**K**	**R**	
Luftforurensning	C1	Utslipp av bekstøv/PAH til luft.	Feil/skade på filtreringsprosess (skade på filter, bortfall av strøm). Operatørfeil (utslipp fra storsekk etc.).	All bruk av bek skjer innendørs slik at regnvann ikke skal kunne føre til at bekstøv ender opp i avløpssystem.	Bekstøv må ikke slippes ut, PAH er kreftfremkallende. Kan medføre alvorlig helsemessige skader og skader på miljø. Bek inneholder en andel PAH som er på EUs liste over prioriterte miljøgifter. Stort utslipp kan ramme bebyggelse øst for Herøya. Kartlagt store naturverdier et stykke unna Herøya, men fareforholdet kommer ikke i konflikt med dette området. Lav sannsynlighet for langvarig strømutfall.	M	M	TT	M	H	T	Vurdere behov for reservestrømforsyning til renseanlegg/ brennkammer. Overvåking av trykkfall over filter for å kunne detektere skade/hull på filter. Vedlikeholdsarbeidere må besitte tilstrekkelig kunnskap/ kompetanse for å kunne håndtere bekstøv forsvarlig.
	C2	Utslipp av grafittstøv, koksstøv til luft.	Feil/skade på filtreringsprosess (skade på filter, bortfall av strøm). Operatørfeil (utslipp fra storsekk etc.).		Støv fra råmateriale og grafittstøv er ikke til skade for miljø. Kan være helseskadelig ved inhalering. Lav sannsynlighet for langvarig strømutfall.	M	L	A	M	L	A	Vurdere behov for reservestrømforsyning til renseanlegg. Overvåking av trykkfall over filter for å kunne detektere skade/hull på filter.
	C3	Utslipp av urenset gass eller ufiltrert støv fra varme prosesser (PAH, H2S).	Lekkasje i rørkanaler for gass. Feil/skade på filtreringsprosess (skade på filter, bortfall av strøm) eller feil på brennkammer medfører at nødvendig utslipp av gass ikke renses.		Det vil være fortsatt gassproduksjon fra varme prosesser selv om filtreringsprosess feiler. Prosessen vil ikke kunne stanses før temperatur senkes til et visst nivå. Lav sannsynlighet for langvarig strømutfall.	M	M	T	M	H	T	Vurdere behov for reservestrømforsyning til renseanlegg. Overvåking av trykkfall over filter for å kunne detektere skade/hull på filter. Må kartlegge hvor store gassmengder som forventes å bli produsert ved bortfall strøm/filter. Behov for nødskorstein for varme prosesser må vurderes videre.
	C4	Utslipp av urenset gass eller ufiltrert støv fra kalde prosesser (spesielt PAH-forbindelser), H2S).	Lekkasje i rørkanaler. Feil/skade på filtreringsprosess (skade på filter, bortfall av strøm) medfører at eventuelt utslipp av gass ikke renses.		Kalde prosesser kan stanses mye raskere enn varme prosesser, noe som gjør det lettere å stanse gass- og støvproduksjon fra kalde prosesser. Lav sannsynlighet for langvarig strømutfall.	M	L	A	M	L	A	Vurdere behov for reservestrømforsyning til renseanlegg. Overvåking av trykkfall over filter for å kunne detektere skade/hull på filter. Kartlegge gassmengder som forventes å bli produsert fra kalde prosesser etter prosessen avsluttes.

Uønsket hendelse						Helse og sikkerhet			Miljø			Tiltak
Fare	**ID**	**Hendelse**	**Årsak**	**Barrierer**	**Kommentarer**	**S**	**K**	**R**	**S**	**K**	**R**	
Vannforurensning	D1	Bekstøv går inn i avløpssystem.	Støv på flater i fabrikk vaskes bort og havner i avløpssystem. Oversvømmelse av fabrikk. Hull på storsekk som benyttes for lagring og håndtering av bek.	All bruk av bek skjer innendørs slik at regnvann ikke skal kunne føre til at bekstøv ender opp i avløpssystem.	Bekstøv er skadelig for miljøet. Det vil ikke være akseptabelt med noe utslipp, men konsekvens for mindre mengder utslipp vil trolig være begrenset.	IR	IR	IR	M	H	T	Vurdere behov for rensing av avløpsvann eller for renseanlegg for de steder bekstøv benyttes. Etablere rutiner for renhold/ fjerning av støv.
	D2	Støv fra råmateriale (ikke bek)/ grafittstøv havner i avløpssystem.	Støv på flater i fabrikk vaskes bort og havner i avløpssystem. Oversvømmelse av fabrikk. Hull på storsekk som benyttes for lagring og håndtering av råmateriale og ferdig produkt.	All håndtering av råmateriale og grafitt skjer innendørs slik at regnvann ikke skal kunne føre til at støv ender opp i avløpssystem.	Støv fra koks og grafitt vurderes til å ikke være farlig for miljøet.	IR	IR	IR	M	L	T	Vurdere behov for rensing av avløpsvann eller for renseanlegg for de steder råmateriale og grafitt benyttes/ håndteres. Vurdere å støvsuge støv fremfor å spyle ned i avløpssystem.
Kvelende atmosfære	E1	Lekkasje av beskyttelsesgass (argon, N_2), industrigass (metan, propan, LNG, LBG) inne i/ ved fabrikk skaper kvelende atmosfære.	Lekkasje ved fylling fra tankbil, skade på tanker/ flasker. Skade på rør/ ventiler for gass. Lekkasje fra ovner hvor gass benyttes. Gass blir liggende i lokale søkk/lavpunkt. CO kan dannes i ovner som kan skade arbeidere når ovnene åpnes.	Krav om lufttett rom i fabrikken, varslings- og alarmsystem felles for HIP. Felles industrivern ved HIP. Krav om personlig verneutrustning (rømningsmaske, hjelm, briller) for alle inne på industriområde (både inne og ute).	Grenland brann og redning IKS har erfaring med håndtering av gasser (besitter røykdykkerkompetanse) og samarbeider med industrivernet. Industrivernet sitter på faglig kompetanse mtp kjemikalier og gasser på avveie. Flere gjennomføres felles øvelser knyttet til gasslekkasje årlig. Da det er snakk om mindre mengder industrigass vurderes hendelsen til å ikke være relevant for miljø.	L	H	T	IR	IR	IR	Vurdere behov for å etablere rutiner for å påse at produkt som går inn i ovner ikke har høy fuktighet. Driftsinstruks for åpning av ovner. Vurdere behov for maske, gassdetektor i ulike deler av fabrikk. Vurdere å utforme anlegg uten kulverter og lokale søkk for å unngå at kvelende gasser ansamles samt påse hensiktsmessig ventilasjon av anlegg.
	E2	Utslipp av farlig gass (etsende, kvelende) fra nærliggende virksomhet eller infrastruktur. Utslipp av ammoniakk fra Yaras ammoniakkfabrikk.	Skade på utstyr, infrastruktur, beholdere. Brudd på transportrør for ammoniakk.	Gassmålere, krav om lufttette rom ved fabrikken, varslings- og alarmsystem felles for HIP. Felles industrivern ved HIP. Seksjonert ammoniakkrør.	Sannsynlighet for lekkasje ammoniakk 10^{-7}/år. Nitrose ved store konsentrasjoner kan ramme ansatte ved uheldig vindretning, er ekstremt skadelig. Ammoniakklekkasje vurderes som mest kritisk for anlegget.	VL	M	A	IR	IR	IR	Utforme kontrollrom som lufttett rom som da kan driftes/ benyttes ved brann.

Uønsket hendelse						Helse og sikkerhet			Miljø			Tiltak
Fare	**ID**	**Hendelse**	**Årsak**	**Barrierer**	**Kommentarer**	**S**	**K**	**R**	**S**	**K**	**R**	
		Nitroselekkasje fra Yaras salpetersyrefabrikk)		Krav om personlig verneutrustning (rømningsmaske, hjelm, briller) for alle inne på industriområde (både inne og ute).								
Bortfall av kjølevann	F1	Kjølevann til transformator, miksere, ovner faller ut/ tilgang på kjølevann er ikke tilstrekkelig. Medfører at kjølevann varmes opp som kan medføre dampeksplosjon.	Skade/ feil på vannrør, pumper etc. (nedgravde rør). Bortfall av strøm.	Råvannstilførsel etablert med redundante pumper. Strømforsyning via to separate linjer fra Knarrdalstrand (sentralnett). Omkoblingstid: kan ta opptil minutter.	Kommunalt vannledning vil trolig ikke kunne levere tilstrekkelig vann (nødløsning). Transformator kobles ut ved for høy temperatur. Kjølevannsbehov på ca. 2000 m^3/h . Pumper kan stanse grunnet feil/ skade (ikke bare bortfall lav strøm, dette er mindre sannsynlig). Forrige utfall fra Knarrdalstrand 1985, men har opplevd flere "dipper"/ støy på nett. Lav sannsynlighet for fullstendig og langvarig strømutfall.	VL	M	A	VL	L	A	Avklare tilgang på reservestrøm med Herøya. Vurdere nødvannsforsyning fra råvannsforsyning på Herøya. Vurdere å benytte "brukt" kjølevann (24 graders utløpsvann fra Yara). Vurdere å etablere buffertank på anlegg for kortere bortfall av kjølevann.
Naturfare	G1	Oversvømmelse av anlegg	Springflo, kraftig nedbør (hull i/ skade på tak eller overvann). Havnivåstigning. Tetting av innvendige taknedløp. Lekkasje av kjølevann.	Anlegg planlegges ikke med kjeller/ underetasje. Planlagt plassering av anlegg er utenfor flomsone (100 år).	Kan føre til strømutfall, skade på kritisk utstyr. Ikke veldig store konsekvenser mtp. HMS. Erfart oversvømmelse andre steder hvor bygg med flatt tak utformes med innvendige taknedløp.	L	VL	A	L	VL	A	Påse at eventuelle innvendige taknedløp er hensiktsmessig utformet og videre utforming av fabrikk hensyntar fare for oversvømmelse ved kraftig nedbør. Sikkerhetsmargin på klimapåslag på flomsonenivå.

Uønsket hendelse						Helse og sikkerhet			Miljø			Tiltak
Fare	**ID**	**Hendelse**	**Årsak**	**Barrierer**	**Kommentarer**	**S**	**K**	**R**	**S**	**K**	**R**	
Trafikk	H1	Tunge kjøretøy som frakter farlig gods kolliderer, gods antenner. Kjøretøy kjører inn i rørbro, tanker. Påkjørsel av myke trafikanter (gående, syklende).	Uoversiktlig trafikkbilde (fører forstår ikke kjøremønster), dårlig vegstandard.	Etablert eget Trafikk-forum ved HIP for å ivareta trafikksikkerhet. Fellesbestemmelser som regulerer all ferdsel på området. Regulert trafikkflyt. Sjåfører uten adgangskort følges av følgebil.	Registrert noen ulykker på Herøya, ukjent skadeomfang (siste ulykke i 2012). Forventes ***omtrent 30-40*** tunge kjøretøy daglig (på dagtid). Innkjøring fra nord, ikke via Herøyagata. HIP opplever økt trafikkmengde av tunge kjøretung. 40 lastebiler daglig vurderes som mye., men vurderes mer som en utfordring knyttet til logistikk/ drift. Eksisterende trafikkmengde kan også være en logistikkutfordring for kjøretøy til/fra anlegget. Brannvesenet har to uavhengige utrykningsakser fra Herøya. Stasjonen er nå plassert på utsiden av gjerder til HIP.	VL	H	T	IR	IR	IR	Videre vurdere hvordan trafikksikkerheten påvirker eksisterende trafikksituasjon grunnet økt trafikkmengde.

Uønsket hendelse						Helse og sikkerhet			Miljø			Tiltak
Fare	**ID**	**Hendelse**	**Årsak**	**Barrierer**	**Kommentarer**	**S**	**K**	**R**	**S**	**K**	**R**	
Strømutfall	I1	Strømutfall medfører bortfall av kjølevann (til ovner, kan medføre dampeksplosjon) samt bortfall av rensesystem for gasser fra varme prosesser.	Uvær (lyn og torden), eksterne hendelser for Herøya. Hendelser ved sentralnett. Plutselig eller varig utslipp av strømledende støv treffer elektriske installasjoner som medfører kortslutning.	To separate linjer fra Knarrdalstrand (sentralnett). Omkoblingstid: kan ta opptil minutter.	Herøya Nett vurderer det som veldig usannsynlig med fullstendig strømbortfall for virksomheter ved HIP. Herøya Nett har prioritert nett (P3-nett, 10 kV, kobler om ila sekunder). Mistes strøm fra Knarrdalstrand hentes strøm fra Porsgrunn trafostasjon på østsiden. Reservestrøm fra Herøya Nett ikke er nød-strøm, men kun omkobling til alternativ innmating. Nødstrøm krever egne aggregat. P3-nett medfører ikke garanti for strømtilførsel. 22 kV (to egne trafoer som mater fabrikken, vurderes som mest aktuelt nå). 100 MVA fra sentralnett. Medfører at hendelser på Herøya ikke skal påvirke strømtilførsel for fabrikken. Har tidligere vært strømutfall grunnet støy på nett /spenningsdip (kun kortvarig utfall). Sjøvannspumpestasjon (til kjøling) forsynes av eksisterende 10kV-anlegg. Strømutfall på noen minutter kan medføre større konsekvenser for driftspålitelighet mtp. ovner.	VL	M	A	VL	H	T	Vurdere å etablere buffertank på anlegg for kortere bortfall av kjølevann. Vurdere behov for reservestrømforsyning til renseanlegg.