

# Vedlegg 1 til «Revidert søknad om endring av utsleppsløyve TU 13-28 for radioaktivt utslepp frå TiZir

## 1. Grunngeving for endringssøknaden:

### a) Ny kunnskap om fordeling av radiologiske isotopar til røykgass og ferdigprodukt.

I TiZir sin søknad frå 2012 var modellen at ein hadde radiologisk likevekt på isotopane i utsleppa. Ein antok difor at støv til luft og faststoff til sjø hadde lik konsentrasjon av radiologiske nuklidar som i inngåande malm.

Ny kunnskap erverva i samband med måleprogram/årsrapport for 2014 til Statens Strålevern, viste at den radiologiske likevekta som var i den inngåande malmen, vart broten i løpet av prosessen for framstilling av TiZir sine produkt (80 % TiO<sub>2</sub>-slag og jern).

### b) Nye råvarer.

TiZir har frå januar 2016 produsert med sandilmenitt frå Senegal som råvare i staden for mix av 95 % bergartsilmenitt og 5 % sandilmenitt som var råvarene på søknadstidspunktet i 2015.

Dette har medført at TiZir no har eit datagrunnlag på målte utslepp versus utsleppa som vart estimert i søknaden datert 30.10.15. I søknaden frå 2015 var utsleppa estimert via ein matematisk modell basert på kjente verdiar frå ei radiologisk kartlegging i 2014. Dvs eit år på ein råvare som no ikkje er i bruk versus målte utslepp med nye råvaren brukt i åra 2016-2018.

### c) Omlegging frå rapportering av netto utslepp til brutto utslepp

Strålevernet har i brev av 09.07.2019 gjort merksam på at all rapportering av utslepp skal vere utført på brutto utslepp og at det ikkje skal justerast i analysedata på utsleppstrømmene for innhaldet av naturleg isotopar (NORM) i sjøvatn eller ferskvatn som vert pumpa inn til prosessen

Tidligere søknader var basert på netto bidrag frå prosesseringa i TiZir sitt anlegg i Tyssedal. Denne søknaden er oppjustert til å vise brutto utsleppskonsentrasjonar basert på brutto målte verdiar i perioden 2016, 207 og 2018.

Kopi frå DSA sin «Tilbakemelding på TiZir Titanium & Iron årsrapport for utslipp av radioaktive stoffer i 2018» reff 13/00005-45 / 330.1

*Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA) ber TTI å revidere sist sendte søknad fra 2018 og basere de fremtidig omsøkte grenseverdier for utslipp på brutto estimering av ønsket utslipp for de relevante radionuklider.*

### **Ny kunnskap om fordeling av radiologiske isotoper til røykgass og ferdigprodukt**

I 2013 vart TiZir tildelt utsleppsløyve for radioaktivt utslepp frå bedrifta. Denne konsesjonen baserte seg på at utsleppa hovudsakleg bestod av ilmenittkorn der isotopane eksisterer i radiologisk likevekt med kvarandre. Krav gjeve i utsleppsløyve TU 13-28, om å undersøke støvprøver frå utsleppa for nuklidene Pb-210 og Po-210, har vist at tankegangen om at utslepp berre består av kjemisk uendra malmkorn i radiologisk likevekt, ikkje er riktig.

Analysearbeidet viser at endring av utsleppsløyve er nødvendig. Dette fordi likevekta i råvarene vert broten under dei temperaturforholda og den reduserande atmosfæren som eksisterer i TiZir sin produksjonsprosess / produksjonsapparat.

Lett reduserbare og lettfordampelige isotoper, som Pb-210 og Po-210, raffinerast ut frå hovudmaterialstraumen (80 % TiO<sub>2</sub>-slag) og endar i røykgassen. Konsentrasjonen av desse isotopane i røykgassen er auka samanlikna med inngåande malm. Isotoper med høgare fordampingspunkt, eller som er meir tungt reduserbare slik som mor-nukliden U-238 og Th-232, vert verande som oksider i ferdigproduktet (80 % TiO<sub>2</sub> slag). Jernet viser seg å ikkje innehalde nokon målbara nivå på nuklidar .

### **Nye råvarer**

TiZir har frå 2016 produsert for det såkalla «klorslaggmarkedet». Dette medførte at ein endra råvaresamansetninga frå ei blanding av ilmenitt, til å bruke hovudsakleg sandilmenitt.

Årsaka til dette er; ilmenittblandinga nytta fram til slutten av 2015, gir for høge nivå av MgO og CaO i TiZir sitt hovudprodukt (TiO<sub>2</sub> slag) til at dette kan nyttast i prosessutrustninga til kundar i klorslagg-markedet. Ein må difor nytte den reinare sandilmenitten (reinare på MgO og CaO). Dette medfører at nivået på U-nat og Th-nat inn i prosessen endrar seg. Endringa er i forhold tilsvarande innhaldet i den enkelte ilmenitt.

Spesifikk aktivitet av U-nat og Th-nat er oppgitt i teknisk datablad frå gruva datert 28.06.2015 til 25 ppm U-nat (0,31 Bq/g) og 71 ppm Th-nat (0,29 Bq/g). Dette samsvarer med boreprøver frå gruva analysert på XRF, og er brukt ved den konservative estimeringa av forventede malmanalyser for dei neste 10 åra.

## **2. Modellering av framtidig utslepp**

For å kunne vurdere/kalkulere realistiske utsleppsnivå frå råvarer som enno ikkje hadde vorte nytta i full produksjon, måtte ein utvikle ein modell for isotopane sin fordeling mellom produkt og utslepp.

TiZir har derfor utvikla ein modell for estimering av framtidig utslepp basert på fylgjande.

- Målingane av *spesifikk aktivitet* frå IFE sine analysedata 2014 er multiplisert med materialmengder inn og ut for å finne *total aktivitet*.
- Berekning av *reell total aktivitet* på utslepp i 2014 skildrar korleis total aktivitet i inngåande materialstrøm fordeler seg mellom ferdigprodukta og utsleppa i forhold til den *totale aktiviteten* på inngåande materialstrøm på bedrifta.
- Den berekna *totale aktivitet* på utgåande materialstraumar, er etterpå brukt for å rekne ut prosentvis fordeling av kvar enkelt isotop til
  - sjø,
  - luft
  - produkt
- Frå kartlegginga i 2014 (tabell) ser ein at berre Po-210 og Pb-210 har ein oppkonsentrering til luft og sjø som er signifikant. I tillegg er det ein mindre oppkonsentrering av Ra-226.

Prosentvis fordeling for produkt og utslepp for 2014 er vist i tabell (berre isotopar med lenger halveringstid over 100 dagar er tekne med, dvs isotopar definert som «langlivede»).

Tabell 1: Prosentvis fordeling av kvar nuklide, kor mykje endar opp i utslepp eller ferdigprodukt, (Inngåande mengde er 100 %)

	Til sjø	Til luft	ESP	Slagg	Jern
	%	%	%	%	%
	<	<	<	>	
U-238	0,1	0,1	0,1	99,5	0
U-234	0,1	0,1	0,1	99,5	0
Th-230	-	-	-	-	
Ra-226	0,2	0,2	1	99	0
Pb-210	5	5	90	0	0
Po-210	80	2	50	0	0
Th-232	0,1	0,1	0,1	99,5	0
Ra-228	0,1	0,1	0,1	99,5	0
Th-228	0,1	0,1	0,1	99,5	0

\*Nokre nuklidar ender opp med sum forskjellig frå 100 %. Dette skuldast stor usikkerhet i målingane. For konservativ estimering så er gjennomsnitt + usikkerhet i måling lagt til grunn for berekninga.

Frå dette er følgjande postulater nytta i modellen:

- For støvutslepp er det rekna at støvet er lik malmen sin samansetjing for alle isotopar, bortsett frå Pb-210 og Po-210.
- For faststoff til sjø er det rekna at faststoffet er lik malmen sin samansetjing for alle isotopar, bortsett frå Pb-210 og Po-210.

Sidan produksjonsutrustinga er lik, og metoden for framstilling av klorinerbar slagg er identisk med dagens produksjon av sulfatslagg, antar ein at andelen av Pb-210 og Po-210 frå råvarene som vert oppkonsentrert i utsleppa til luft og sjø, fordeler seg prosentmessig likt, før og etter omlegginga.

- For Po-210 og Pb-210 er kalkulasjonen slik at ein prosentmessig del av inngåande mengde med Pb-210 og Po-210 fordeler seg til sjø og luft tilsvarande fordelinga målt i 2014.

- Uran-235 er sett til 1/21 av U-238 sin aktivitet (ref. Almen kunnskap, Artikkel frå *The radiation Safety Journal, Health Physics: May 2007 - Volume 92 - Issue 5 - pp 488-495*)

Konservativ tilnærming er nytta:

- Dvs at usikkerheita i analysedata er addert til målt snittverdi for alle isotopar.
- Det er nytta *utsleppsmengder* gjeve i Miljødirektoratet sin konsesjon for utslepp av støv og faststoff til omgjevnadane.
- Det er nytta *tillate produksjonsvolum* av slagg som ligg i konsesjonen frå Miljødirektoratet, for å kalkulera inngåande massestrøm av råvarer og total aktivitet for denne.
- Spesifikk aktivitet for malm er satt til *Tekniske data frå gruve*(Ref; Mail frå GCO Senegal).
- Verknaden frå dei nye filtersystema som vert bygde under vedlikehaldsstoppen i 2015, er berre inkludert i dei estimerte utsleppsdata for Pb-210.
- Estimert verdi for Po-210 er ikkje redusert i modellkalkulasjonen. Dette fordi ein i 2015 ikkje ~~veit~~ viste om den nye filterteknologien fanga meir Polonium samanlikna med ~~dagens~~ den eksisterande filterteknologien. Modellen sin fordelingsfaktor er derfor ikkje kompensert for det ekstra filtersystemet i forhold til fordelingsfaktor ved modellutviklingstids-punktet, som er basert på målte 2014-data.

Resultata frå modellen medførte at ein søkte om endra konsesjon i 30.10.2015 med følgende verdiar:

Tabell 1: Omsøkt utslepp for TiZir Titanium & Iron i 2015

	Modellert utslipp av langlivede isotoper pr år	
	Til sjø GBq/år	Til luft GBq/år
U-238	0,01	0,04
U-234	0,01	0,04
Th-230	0,01	0,04
Ra-226	0,01	0,04
Pb-210	0,6	3
Po-210	90	2,4
Th-232	0,02	0,05
Ra-228	0,02	0,05
Th-228	0,02	0,05
U-235	0,0005	0,002

Det omsøkte utslepp var basert på verdiar som denne modellen estimerete inkludert det TiZir meinte gav tilstrekkelig margin for usikkerheita i modellutrekninga.

I utsleppstal til sjø var modellen basert på *netto utslepp* der konsentrasjonen i inngåande vassmengder var trekk i frå målt verdi på utgåande vassmengder

### 3. Målingar utført på utslepp

Ved søknadsskriving i 2012 og i 2015 hadde TiZir begrensa med måledata på reelle utslepp. Det er nå tilgjengelig data frå åra frå 2014 og fram til og med 2018.

Tabellverdiane er eit resultat av ca 1 prøvetaking/analyse pr år. At det ikkje er fleire prøvar pr år har sin bakgrunn i at det tar 6 mnd frå prøvetakinga er ferdig, til alle analysere er komplette.

Prøvetakinga tar også 2-3 mnd. Faststoff/ støvprøve vert samla frå skorsteinar etter rensetrinna i prosessen har fjerna mesteparten av støvet. Fleire gram med prøvemateriale er nødvendig for å få god nøyaktighet på aktivitetsanalysen av dei enkelte isotopar, men konsentrasjonen av støv er mellom 2 og 10 mg/m<sup>3</sup> etter rensetrinna. Å få samla inn støvprøver på fleire gram tar derfor tid.

Analysearbeidet tar også tid, men det er Ra som tar desidert lengst tid å analysere pga inngroingstid for isotopen det vert målt på.

Polonium har vist seg vanskeleg å måle presist. Spesielt i utslepp frå ventilasjonsopningar i bygningar og i røykgasskorsteinar er dette ein vanskeleg isotop. Dette fordi oppsamling av støv i tilstrekkelig stor mengde til at den kan analyserast med akseptabel nøyaktighet tek fleire månader. Når halveringstida er på 138,4 dager så vil det vere vanskelig å vite nøyaktig kva innhaldet har vore over heile innsamlingstida. Når ein ser på tabellen med analysedata så ser ein også at den relative usikkerheita knytt til Polonium verdiane er stor

Målte utslepp til Luft i perioden 2014 til 2018. (Kjelde: IFE/F-2018/001 Utslipp av radionuklider og resultatler frå miljøovervåkingen for TiZir Titanium & Iron AS - Tyssedal2018)

Tabell 2: Tabell fra IFE sin årsrapport Utslipp til luft i MBq/år

	2014	+ 2015	2016	2017	2018
<sup>210</sup> Po	7 ± 9	37 ± 18	205 ± 27	355 ± 33	34 ± 33
<sup>210</sup> Pb	56 ± 5	64 ± 4	120 ± 5	158 ± 10	48,4 ± 2,3
<sup>226</sup> Ra	0,75 ± 0,18	0,13 ± 0,04	1,57 ± 0,14	1,09 ± 0,15	1,55 ± 0,15
<sup>230</sup> Th	1,8 ± 1,1	*	*	4,7 ± 0,9	1,51 ± 0,23
<sup>234</sup> U	0,6 ± 0,3	*	*	1,87 ± 0,18	1,25 ± 0,13
<sup>238</sup> U	0,09 ± 0,05	*	*	1,59 ± 0,18	0,86 ± 0,10
<sup>228</sup> Th	2,8 ± 0,5	*	*	8,1 ± 1,1	3,4 ± 0,4
<sup>228</sup> Ra	1,00 ± 0,18	0,28 ± 0,05	5,4 ± 0,4	2,91 ± 0,14	4,1 ± 0,4
<sup>232</sup> Th	2,4 ± 1,3	*	*	7,8 ± 1,1	4,5 ± 0,6
<sup>235</sup> U	0,04 ± 0,04	*	*	0,019 ± 0,005	0,030 ± 0,012

\* Under 2015 og 2016 ble det kun analysert for <sup>210</sup>Po, <sup>210</sup>Pb, <sup>226</sup>Ra og <sup>228</sup>Ra.

Tabell 3: Tabell fra IFE sin årsrapport Netto utslipp til vann i MBq/år

	2014	2015	2016	2017	2018
<sup>210</sup> Po	3072 ± 844	1233 ± 152	715 ± 180	89 ± 255	290 ± 60
<sup>210</sup> Pb	55 ± 10	187 ± 34	729 ± 61	1,26 ± 0,22	290 ± 80
<sup>226</sup> Ra	2,6 ± 1,2	0 †	135 ± 94	0,18 ± 0,05	0
<sup>230</sup> Th	1,3 ± 2,6	φ	φ	-2 ± 6	8 ± 4
<sup>234</sup> U	-11 ± 134	φ	φ	-55 ± 94	20 ± 90
<sup>238</sup> U	32 ± 112	φ	φ	-44 ± 78	10 ± 80
<sup>228</sup> Th	-9 ± 37	φ	φ	0,028 ± 0,007	35 ± 5
<sup>228</sup> Ra	-4 ± 5	0 †	0 †	0	0
<sup>232</sup> Th	0,8 ± 0,6	φ	φ	2,2 ± 2,4	-0,3 ± 1,4
<sup>235</sup> U	-1 ± 9	φ	φ	2 ± 9	1 ± 7

\* I rapporten for 2014 ble negative utslipp satt til null, her er det endret for sammenlikningens skyld.

ϕ I 2015 og 2016 ble det kun analysert for <sup>210</sup>Po, <sup>210</sup>Pb, <sup>226</sup>Ra og <sup>228</sup>Ra.

† Resultatet på analysen av utslippsvann ga kun en deteksjonsgrense som resultat. Utslippet er derfor satt til null.

Tabell 4: Tabell basert på data fra IFE sin årsrapp Brutto utslipp til vann i MBq/år

	2014	2015	2016	2017	2018
<sup>210</sup> Po	3072 ± 844	1267 ± 521	864 ± 361	144 ± 243	310 ± 60
<sup>210</sup> Pb	116 ± 10	198 ± 30	793 ± 118	1,26 ± 0,22	290 ± 80
<sup>226</sup> Ra	2,6 ± 1,2	0 †	135 ± 94	0,18 ± 0,05	0
<sup>230</sup> Th	5,6 ± 2,6	ϕ	ϕ	17 ± 4	13 ± 4
<sup>234</sup> U	411 ± 95	ϕ	ϕ	441 ± 66	430 ± 80
<sup>238</sup> U	358 ± 84	ϕ	ϕ	386 ± 55	380 ± 70
<sup>228</sup> Th	30 ± 23	ϕ	ϕ	0,051 ± 0,007	35 ± 5
<sup>228</sup> Ra	0,00 ± 0	0 †	0 †	0	0
<sup>232</sup> Th	0,8 ± 0,6	ϕ	ϕ	5,5 ± 1,9	1,3 ± 0,8
<sup>235</sup> U	21 ± 6	ϕ	ϕ	19 ± 7	14 ± 7

2016 er første år med drift på nytt posefilterfilter i serie med elektrostatfilter i avgassreanlegget på forreduksjonsanlegget og det er også første året der produksjonen er basert på 100 % sandilmenitt. 2014, 2015 og 2016 er beregnet av Tizir ut fra rapporterte konsentrasjoner og vannmengder fra IFE sin årsrapport. 2017 og 2018 brutto utslippsmengder er rapportert av IFE i levert årsrapport

## 4. Grunneving for val av isotopar og grenseverdier.

### Målinger versus Modelldata for utslepp,

I søknaden som vart sendt 30.10.15 vart det nytta modellbaserte data, og ein søkte også om utsleppløyve for isotopar som ikkje vert nemneverdig påverka av den pyrometallurgisk prosessen ved TTI. Dvs dei følgjer hovedproduktet gjennom prosessen og endar ikkje opp i røykgassen eller vaskevatnet frå røykgassreanlegget. Dei endar opp i det salgbare produktet

#### Po-210

Som det framgår av dei målte data vist i tabellane 2 og 3 i kapittelet over, så vart ikkje Polonium til sjø høgare etter omlegging av produksjonen i 2015/2016. Til luft har den vist ein stigande trend for åra 2016 og 2017 men 2018 er nede på same verdi som før omlegginga til ny råvare. Sum av Polonium utslepp til luft og vatn er lågare i 2017 enn den var i 2014 Den observerte trenden på Poloniumanalysar kan skuldast det nye posefilteret som vart montert i mellom elektrostatfilteret og SO<sub>2</sub>-sjøvannsvaskar. Samla verdi for utslepp til luft og vatn er eit uttrykk for kva som slepp forbi tørrfiltera og som vert splitta i ein fraksjon til luft og ein fraksjon til vatn. Den viser at totalverdien som slepp forbi rensutrustninga er lågare etter montasje av det nye posefilteret i i overgangen mellom 2015/2016 dvs den er er lågare i 2017 og i 2018 enn den var i 2014.. Dette filteret var planlagt å tene som såkalla «poleringsfilter» for å hindre auke av bly til sjø og luft sjølv om mengda auka i råvarene inn i produksjonen. TiZir har berre analysedokumentasjon frå 2018 som viser at filteret fjernar polonium frå avgasstrømmen som går til gassvaskaren. ( IFE sine analysar i 2017 klarte ikkje å separere ut Polonium isotopen og måle aktivitetsdata på denne isolert. Den kjemiske separasjonen fungerte ikkje.) Dette bidrar også til usikkerhet om kvar ein vil finne Polonium i framtidige utsleppmålingar.

Fordeling mellom vassfase og luftfase ut av SO<sub>2</sub>-scrubberer har også endra seg utan påviseleg grunn og ein ser den varierer frå år til år. Kvifor vi ser ein trend på utslepp til vatn som viser reduserte verdiar og ein trend med toppverdi i 2017 på utslepp til luft er ikkje forstått.

Polonium er målt med høge verdiar til luft i forhold til dei andre isotopane, men usikkerheita i tala er også stor. Til vatn er brutto verdien i same størrelsesorden som Uran og Thorium men det skuldast prinsippet om bruttomåling. Ser ein på nettobidraget så er det tydeleg at prosessen bidra meir med polonium enn andre isotopar

Poloniumverdien som vart brukt i modellutviklinga var den høgaste vi har målt og den var også 10 x høgare enn «worst case» målinga som er utført etter omlegging til ny råvare og ombygginga av anlegget

Tabell 5. Relativ usikkerhet i Polonium utslepp K=2 [MBq/år] (til vatn er brutto verdiar brukt)

	2014	% rel	2015	% rel	2016	% rel	2017	% rel	2018	% rel
<sup>210</sup> Po til luft	7 ± 9	100	37 ± 18	49	205 ± 27	13	355 ± 33	10	34 ± 8	23
<sup>210</sup> Po til vann	3072 ± 844	28	1267 ± 521	12	864 ± 361	25	144 ± 243	286	310 ± 60	20

På bakgrunn av målingar 3 siste år har ein redusert estimert polonium utslepp til sjø vesentleg i forhold til omsøkt løyve i 2015 fordi ein no har målingar som viser noko anna enn modellen. Men det må likevel leggst til ein utsleppsmargin i søknaden som tilsvarar observert usikkerhet i tala. Søknaden bygger derfor på ein kombinasjon av det modelltala viste i 2015 og observerte trendar i frå 2014 til 2018.

Ein har også teke hensyn til maksimal garantiinnhald av isotopar i råvarer er høgare enn under måleperioden i 2017 (sjå forklaring kap 5 side 9 og 10, dette dokument. Variasjon i råvarer og andre parametarar).

Den total mengda er redusert i forhold til det modellen estimerte 2015.

Tabell 6: Omsøkt mengde ut frå Modell i 2015

Modellert utslipp av langlivede isotoper pr år		
	Til sjø GBq/år	Til luft GBq/år
<sup>210</sup> Po	90	2,4

Tabell 7: Omsøkt mengde i revidert 2019 søknad (denne søknad)

Kombinasjon av		
	Til sjø GBq/år	Til luft GBq/år
<sup>210</sup> Po	3	1

## Pb-210

Tabell 8) Relativ usikkerhet i Pb analyse K=2 [MBq/år] (til vatn er brutto verdier brukt)

	2014	% rel	2015	% rel	2016	% rel	2017	% rel	2018
<sup>210</sup> Pb til luft	56 ± 5	9	64 ± 4	7	120 ± 5	5	158 ± 10	7	48,4 ± 2,3
<sup>210</sup> Pb til vann	116 ± 8	2	198 ± 30	18	793 ± 118	9	1,26 ± 0,22	17	290 ± 80

Målt Pb-210 verdi i 2016 var høgare enn det ein søkte om i 2015 og som modellen vår viste på bakgrunn av 2014 verdier.

Det framgår av tabell 8 at Pb-210 til sjø, har sterkt svingende verdi frå år til år, utan ei påviselig årsak i driftsforstyrrelser eller produksjonsnivå. Den relative usikkerheita i sjølve analysen er ikkje høg, samanlikna med Polonium. Størst er usikkerheita i utslepp til vatn. Her er usikkerheita nær 20 % relativt. Men variasjonen frå år til år er mykje større, den er på mange hundre prosent. Det viser også at 2017 er en «outlier» og ikkje kan inkluderas i estimering av utsleppsgrenser til vatn

Det tidligare nevnte «poleringsfilter» som er montert for å halde kontroll på total bly (både stabil og ustabil bly) er av typen posefilter. Posefilter vil på eitt eller anna tidspunkt måtte overhale/skifte poser som følgje av slitasje/hol. Når eit posehavari oppstår vil det bli støtutslepp som overstig «normalverdi». Det er derfor nødvendig å legge inn ein margin for at posedegradering/posebytte kan oppstå.

Utsleppsgrenser i søknaden kan derfor ikkje spesifiserast nær det som er målt «normalverdi» for utsleppa med eit nyinstallert filter, slik dagens analyseverdier er eit resultat av.

Vi observerer at målingar på stabilt bly varierer frå år til år. Ein fornuftig margin er derfor lagt inn i forhold til målingane og variasjonane observert i tabell 7. Ein har også teke hensyn til maksimal garantiinnhald av isotopar i råvarer er høgare enn under måleperioden i 2017 (sjå forklaring kap 5 side 9 og 10, dette dokument. Variasjon i råvarer og andre parametarar).

Tabell 9) Omsøkt mengde ut frå Modell i 2015

Modellert utslipp av langlivede isotoper pr år		
	Til sjø GBq/år	Til luft GBq/år
<sup>210</sup> Pb	0,6	3



Tabell 10) Omsøkt mengde i revidert 2019 søknad (denne søknad)

<sup>210</sup> Pb	Kombinasjon av	
	Til sjø GBq/år	Til luft GBq/år
	3	1

### Ra-228 og Ra-226

Når det gjeld isotopar av Ra-228 og Ra-226 så viser tabell 1 at desse isotopane ikkje vert oppkonsentrert i utsleppa men at 99 til 99,5 % av desse isotopane føl med ferdigproduktet ut frå fabrikk. Tabellen viser også at dei er i radiologisk likevekt med mor-nuklidane U-238 og Th-232. Har ein etablert utsleppsgrenser på mor-nukliden, så er dette tilstrekkelig.

IFE har informert oss om at måling på Ra-228 og Ra-226 ikkje er trivielt. Dette fordi analysearbeidet er veldig tidkrevjande og det medfører at prøver må hentast tidleg på våren for at data skal vere tilgjengelig innan Januar neste år. Analyse av Ra-228 og Ra-226 gir ingen tilleggsinformasjon då den er i same størrelsesorden som mor-nuklidane U-238 og Th-232. For U-238 og Ra-226 er usikkerheita større enn detektert aktivitetsnivå

Tabell 11) Ra-226 analyse samanlikna med U-238 og Ra-228 mot Th-232, K=2 [MBq/år](tabellen viser nettobidrag til vann)

	2014	% rel	2015	% rel	2016	% rel	2017	% rel	2018 (brutto tall frå ife til vann)	% rel
Uran-238 familie										
<sup>238</sup> U til luft	0,5 ± 0,3						1,59 ± 0,18		0,86 ± 0,10	
<sup>226</sup> Ra til luft	0,75 ± 0,18						1,09 ± 0,15		1,55 ± 0,15	
<sup>238</sup> U til vann	32 ± 112	>100					-44 ± 78	>100	380 ± 70	
<sup>226</sup> Ra til vann	-4 ± 5	>100					0,18 ± 0,5	>100	0	
Thorium 232 familie										
<sup>232</sup> Th til luft	1,2 ± 0,6						7,8 ± 1,1		4,5 ± 0,6	
<sup>228</sup> Ra til luft	1,00 ± 0,18						2,91 ± 0,14		4,1 ± 0,4	
<sup>232</sup> Th til vann	2,4 ± 1,3						2,2 ± 2,4		1,3 ± 0,8	
<sup>228</sup> Ra til vann	2,6 ± 1,2						4 ± -		0	

2015 og 2016 har ikkje datagrunnlag for samanlikning, då det ikkje vart analysert Uran og Thorium på utsleppa.

For 2017 er det eit avvik mellom Th-232 og Ra-226 i utslepp til vatn som ikkje er forstått. I 2018 ligg utsleppet av Ra-228 og Ra-226 under deteksjonsgrensa. Men det er ingen oppkonsentrering i målt aktivitetet for isotopen Ra-226 i forhold til mor-nukliden i utslepp til vatn. I utslepp til luft er det om lag same størrelse på utsleppa av mor-nuklide Th-232 og dotter-nuklide Ra-226, så her er det heller ingen oppkonsentrering i røykgass frå prosessen.

Vi søker derfor om å utelate separate grenser på Ra sidan ei grense på U-238 og Th-232 gir same resultat på netto tal og IFE har ikkje detektert innhald av Ra-228 og Ra-226 over deteksjonsgrensa i 2017 og 2018 på brutto utslepp-

## U-234, U-235, Th-230 og Th-228

I søknaden datert 30.10.15 var det også U-234, U-235, Th-230 og Th-228 inkludert med angitt forventet maksimalt netto utslipp til vatn.

Dette meiner vi ut frå den kunnskap vi har i dag, ikkje er nødvendig å ha med i lista over isotopar med egne grenser, då analysedata samla inn for isotopane U-234 frå 2014 og 2017 viser at dei er i same størrelse som mor- nukliden og U-235 i følgje litteraturdata for nuklider i likevekt alltid er 1/21 del av U-234 og målingar viser at vi i realiteten måler eit lågare forhold

Usikkerheta i analysen til luft er også like stor eller større enn målt aktivitetsnivå for utslappa, og analyseverdien på anna enn mor-nukliden har derfor liten eller ingen informasjonsverdi.

Tabell 12: U-238 samanlikna med U-234 og U-235 (Måling brutto utslipp i Bq/år)

	2014	% rel	2015	% rel	2016	% rel	2017	% rel	2018	% rel
<sup>238</sup> U til vann	411 ± 95						441 ± 66		430 ± 80	
<sup>234</sup> U til vann	359 ± 84						386 ± 55		380 ± 70	
<sup>235</sup> U til vann	21 ± 6						19 ± 7		14 ± 7	
<sup>238</sup> U til luft	0,5 ± 0,3	50 %					1,59 ± 0,18		0,86 ± 0,10	
<sup>234</sup> U til luft	0,6 ± 0,3	50 %					1,87 ± 0,18		1,25 ± 0,13	
<sup>235</sup> U til luft	0,004 ± 0,004	>100					0,019 ± 0,005		0,030 ± 0,012	

2015 og 2016 er ikkje analysert for Uran og Thorium

U-235 oppfører seg likt i prosessen til TiZir som U-238. Dei har same reduksjonspotensiale og same fordampingspunkt, det er derfor forventet same forhold mellom desse 2 Uran isotopane før, og etter prosesseringa. Det er derfor heller ikkje nødvendig å ha egen grenseverdi for U-235 og å foreta årvis analyse av denne isotopen. Tabellen viser at nivået til luft er lavt og usikkerheta i analysen stor. Enkelte år er analyseusikkerhetafor U-235 lik utslippsnivået. Til vatn viser tabellen signifikante verdiar men det skuldast NORM i sjøvatnet som brukes til vaskeprosessen og ikkje netto bidrag frå den pyrometalurgiske prosessen. Dette er vist i tabell 3 og 4 tidligare i dokumentet

Argumentasjonen som gjeld for ulike isotopar av Uran, gjeld også for dei ulike isotopane av Thorium, og vi har derfor utelatt dotter-nuklidar av Thorium frå tabellen over omsøkte isotopar.

## 5. Variasjon/grenser for råvarer og konvensjonelt utslipp (utslippsløyve frå miljødirektoratet)

Råvaren som er nytta i referanseperioden 2017 har lågare innhald av Uran og Thorium enn det TiZir har garantidokumentasjon på frå gruva. I garanti dokumentasjonen er det gitt kva som vil vere maxverdi i dei næraste 10 åra. Grensene i omsøkt utslippstillatelse for radioaktivt utslipp må ta hensyn til at råvarene kan få aktivitetsnivå lik det som gruva har garantert som maksimalverdi

Tabell 13: Målt aktivitet i råvarer 2017 [MBq/tonn] versus garantert maksimalverdi

	Målt 2017		Garantert verdi	
<sup>238</sup> U	0,033 ± 0,005	U-nat	0,280	(tilsvarer 23 ppm)
<sup>232</sup> Th	0,28 ± 0,05	Th-nat	0,400	(tilsvarer 100 ppm)

Dvs at Uran aktiviteten kan auke ca 8,5 x og Thorium kan auke 1,4 x

Konsesjonen frå Miljødirektoratet for ordinært *støv til luft* og *faststoff til vatn* tillater eit høgare utslepp enn det som er realisert i referanseåret 2017 og 2018

### Støv til Luft

Konsesjon fra Miljødirektoratet :	127 t/ år
Realisert utslepp 2017:	26,4 tonn
Realisert utslepp for 2018:	20,6 tonn

### Suspendert stoff til sjø

Konsesjon fra Miljødirektoratet :	120 t/ år
Realisert utslepp 2017:	45,8 tonn
Realisert utslepp for 2018	33,4 tonn

Ein utsleppstillatelse for radioaktivitet må etter vår meining stå i samsvar med utsleppstillatelsen frå Miljødirektoratet for utslepp av støvmengde til luft og faststoff til vatn. Utsleppstillatelsen har utsleppsgrenser for

Tabell 13: Konverteringsfaktor beregna mellom relle støvmengde og støv tillat i konsesjon

Konsesjon tillater meir støv enn målt i år	meir støv til luft	meir faststoff til sjø
2017	4,8 x	2,6 x
2018	6,1 x	3,5 x

Dersom konsentrasjonen av mor-nukliden U-238 endrar seg i råvarene så vil total mengde Pb-210 og Po-210 målt i Bq/år også gå opp både på inngående malm og på røykgass. Dotter-nuklidene som vert oppkonsentrert i røykgassen, vil auke i same størrelsesforhold som mor-nukliden i malmen

Dotter-nuklidane Po-210 og Pb-210, som er i likevekt med mor-nukliden U-238 i den inngående malmen migrerer  $\cong$  99 % over i røykgassen i dag. Endring i støvmengde i avgass påvirkar derfor ikkje mengda med nuklider av Pb-210 og Po-210. Vår modell seier at det berre er konsentrasjonen av nuklider frå Pb-210 og Po-210, som vil endre seg i utgåande røykgass om støvmengda endrar seg.

Endring i støvmengde påvirker derimot mengda av isotopar fra nuklider som er upåvirka av den pyrometalurgiske varmebehandlinga i TiZir sin produksjonsprosess.

Dvs at mengda med mor-nuklider av U-238 og Th-232 vil variere i takt med «blow over» støvmengda som smett forbi i filtersystemet og endar i vatn og luft. Det er kombinasjonen av auka støvmengde og auka nuklidekonsentrasjon som gir eit fornuftig estimat av totalmengda med U-238 og Th-232 i utslepp til luft og vatn

Vi har derfor teke hensyn til at maksimalverdiar kan inntreffe samtidig på nuklider og på støvmengde når vi har estimert margin dei omsøkte grensene på U-238 og Th-232 og at dotternukliden Pb-210 og Po-210 berre vert påvirka i same størrelsesforhold som aukiing i aktivitesdata for mor-nukliden U-238.

Marginene på grenseverdiane som det vert gitt konsesjon for, må tillate at ein kan ha maxverdi på alle parametre samtidig. Ein må derfor rekne med at

U-238 til luft kan auke  $8,5 \times 4,8 \cong 41$  ganger høgare i forhold til under måleperiode i 2017  
 U-238 til vatn kan auke  $8,5 \times 2,6 \cong 22$  ganger høgare i forhold til under måleperiode i 2017  
 Th-232 til luft kan auke  $1,4 \times 4,8 \cong 7$  ganger høgare i forhold til under måleperiode i 2017  
 Th-232 til vatn kan auke  $1,4 \times 2,6 \cong 4$  ganger høgare i forhold til under måleperiode i 2017

Ser ein på resultatata frå målekampanjen i 2018 med dei same råvare dataene som i 2017

U-238 til luft kan auke  $8,5 \times 6,1 \cong 51$  ganger høgare i forhold til under måleperiode i 2018  
 U-238 til vatn kan auke  $8,5 \times 3,5 \cong 30$  ganger høgare i forhold til under måleperiode i 2018  
 Th-232 til luft kan auke  $1,4 \times 6,1 \cong 8,5$  ganger høgare i forhold til under måleperiode i 2018  
 Th-232 til vatn kan auke  $1,4 \times 3,5 \cong 5$  ganger høgare i forhold til under måleperiode i 2018

Brev av 09.07.2019 frå DSA presiserer at utsleppgrenser til vatn skal vere brutto utslepp. Søknaden utferdiga i 2019 (denne søknaden) har difor endra utrekningsgrunnlag for estimeringa av grenseverdi slik at ein tar hensyn til bakgrunnsverdien i sjøvatn og industrivatn. DVS har difor inkludert mengda med isotopar som alt er i inngåande sjøvatn og lagt den saman med nettobidraget frå drifta (tabell 14) for å finne ei realistisk brutto grenseverdi til bruk i søknaden.

Dette har i særleg grad påverka omsøkte grenseveriar for Uran og Thorium. Tabell 4 viser at det er desse isotopane som er vesentleg høgare ved brutto målingar samanlikna med nettomålingane vi har operert med i tidlegare søknader. Nettomålingane er vist i tabell 3 for samanlikning.

Vi ser også at for dei 2 åra vi har tilnærma full drift og ikkje er i ein oppstartsfase etter omfattande renovering så varierer verdiane (2017 og 2018) For å få ein konservativ tilnærming har vi difor valgt «worst case verdiøkning»

Ein antar at usikkerheita ikkje aukar sjølv om absoluttverdien aukar.

Tabell 14. Tabell 9 i IFE sin årsrapp (2017) Utslipp til luft i MBq/år multipliser med faktor for maks aktivitet i råvare og faststoff lik utsleppkonsesjon frå Miljødirektoratet

	2016 målt	2016 kalk maks	2017 målt	2017 kalk maks	2018 målt	2018 kalk maks
<sup>210</sup> Po (faktor 4,8)	205 ± 27	984 ± 27	355 ± 33	1 704 ± 33	34 ± 8	163 ± 8
<sup>210</sup> Pb (faktor 4,8)	120 ± 5	576 ± 5	158 ± 10	758 ± 10	48,4 ± 2,3	235 ± 3
<sup>238</sup> U (faktor 41 i 2017) (faktor 51 i 2018)	*		1,59 ± 0,18	65,2 ± 0,18	0,86 ± 0,10	43,8 ± 0,1
<sup>232</sup> Th (faktor 7 i 2017) (faktor 8,5 i 2018)	*		7,8 ± 1,1	54 ± 1,1	4,5 ± 0,6	38,3 ± 0,6

\* Under 2015 og 2016 ble det kun analysert for <sup>210</sup>Po, <sup>210</sup>Pb, <sup>226</sup>Ra og <sup>228</sup>Ra.

Tabellen viser store svingninger i polonium analyse til luft fra år til år. Det medfører at ein må legge inn stor ekstra kapasitet for utsleppsverdiane sjølv om usikkerheten i målte verdiar er liten i forhold til absoluttverdien

Tabell 15. Tabell 5 i IFE sin årsrapport 2018 Netto utslipp til vann i MBq/år multiplisert med faktor for maks aktivitet i råvare og fast stoff lik utsleppkonsesjon frå miljødirektoratet (for vatn er brutto utslepp brukt)

	2016 målt	2016 kalk maks netto	2017 målt	2017 kalk maks netto	2018 målt	2018 kalk Maks netto
<sup>210</sup> Po (faktor 4,8)	715 ± 180	3 432 ± 864	89 ± 255	428 ± 1 224	290 ± 60	1392 ± 60
<sup>210</sup> Pb (faktor 4,8)	729 ± 61	3 500 ± 293	1,26 ± 0,22	6,05 ± 1,06	290 ± 80	1392 ± 80
<sup>238</sup> U (faktor 22 i 2017) (faktor 30 i 2018)	*		-40 ± 80	-880 ± 80	10 ± 80	300 ± 80
<sup>232</sup> Th (faktor 4 i 2017) (faktor 5 i 2018)	*		2,2 ± 2,4	8,8 ± 2,4	-0,3 ± 1,4	-1,5 ± 1,4

Ny søknad er basert på bruttoutslepp til vatn. Tabell 3 og 4 i dette dokumentet viser at for Uran og Thorium dominerer NORM frå sjøvatn som blir brukt som vaskevatn i SO<sub>2</sub> vasketårnet. Mengden som følger med vaskevatnet inn blir ikkje påverka av svingningane i råvarer. Sidan netto beregning i 2017 viser negativ verdi for U-238 må denne utelukkjes frå estimering av ekstrabidrag. Berre verdi frå 2018 er tilgjengelig for estimering men usikkerheten er større enn målt netto bidrag. Same regel må annvendes på Th-232 men her er det 2017 som har rell positiv verdi og som må nyttas. I realiteten er det innhaldet av NORM i sjøvatnet med sikkerhetsmargin og påplussa maksimal estimat innkludert usikkerheten i egne målingar som dannar grunnlaget for omsøkt grense for Uran og Thorium til sjø. Målt bidraget frå produksjonen er hittil skjult i den høge verdien på NORM i sjøvatnet.

Tabell 16. Uran og Thorium til sjø estimert ut frå maksimal netto bidrag og målt innhald av NORM MBq/år

	2017 målt	2017 kalk maks netto	2017 estimert maks brutto	2018 målt	2018 kalk maks netto	2017 estimert maks brutto
<sup>238</sup> U				10 ± 80	380	(410+380)= 790
<sup>232</sup> Th	2,2 ± 2,4	10	(10+3,3)=13			

Søknaden datert 06.09.19 har derfor denne forenkla lista med isotopar

Tabell 15: Omsøkt utslipp for TiZir Titanium & Iron

Modellert utslipp av langlivede isotoper pr år		
	Til sjø GBq/år	Til luft GBq/år
U-238	1	0,1
Pb-210	3	2
Po-210	3	2,4
Th-232	0,02	0,1

Forutsetninga er at det er radiologisk likevekt mellom mor-nuklidene og datter-nuklidene bortsett fra Pb-210 og Po-210. U-235 er ikkje inkludert i tabellen fordi denne alltid er 1/21 del av U-238 og i radiologisk likevekt.

## 6. Konsekvensutgreiing

Ei konsekvensutgreiing utført av IFE (vedlegg 3), basert på analyser av utslepp i 2014, har modellert påverknad på biota i Sørfjorden, samt påverknad på lokalbefolkninga som følgje av utslepp til sjø. Utgreiinga brukar ei konservativ tilnærming, dvs. at dei modellerte dosane er estimert høgare enn det ein sannsynlegvis vil oppleve.

- Fortynningsverdiar i sjø er sett konservativt, som beskrive i utgreiinga frå UNI Research Miljø SAM-Marin (vedlegg 4).
- Verknad på fisk og annan biota er rekna ut frå permanent opphald i vasstraum 50 meter frå utsleppspunktet.
- For representative personar er det rekna eit forbruk av eigenfanga fisk på 17 kg/år (fiska i området med kosthaldsrestriksjonar) + opphald på nærmaste strand i 300 timar/år.

Modellen reknar ut absorberte dosar i person, basert på utslepp av 1 Bq/år og kan derfor enkelt skaleras opp. (Tabellane som viser påverknad på fisk og biota i IFE sin rapport er skalert for 2014 reelle utsleppsdata og eit forholdstal mellom målt analyse i 2014 og estimert utslepp 2016 er nytta for skalering av desse verdiane)

Tabell 13: Dose berekna mot Biota med fast opphold i vannstrøm 50 meter frå utslepps punkt

	Kalkulert dose 2014 (IFE)	2015 søknad (oppskalert)	Naturlig bakgrunn (ICRP)	ICRP si retningslinje for første målbare påverknad (DCRL)
	(mGy/døgn)	(mGy/døgn)	(mGy/døgn)	(mGy/døgn)
<b>Brunalge</b>	0,00016	0,0038	0,01	1,0 <sup>1)</sup>
<b>Krabbe</b>	0,00077	0,0218	0,01	100 <sup>2)</sup>
<b>Fisk</b>	0,0022	0,0626	0,01	1,0 <sup>3)</sup>

ICRP: International Commission on Radiological Protection DCRL: Derived Consideration Reference Levels

<sup>1)</sup> Mulig effekt på vekstrate ved 1-10 mGy/døgn

<sup>2)</sup> Sannsynlig reduksjon i vekst og reproduksjonsevne ved 100-1000 mGy/døgn. Ingen informasjon om effekter ved lavere doserater.

<sup>3)</sup> Redusert fertilitet hos hanner ved 1-10 mGy/døgn.

Tabell 14: Absorbert dose i menneske ved inntak av mat frå sjø og opphald ved sjøen

	Kalkulert dose 2014 (IFE)	2015 søknad (oppskalert)	Naturlig bakgrunn (Statens strålevern)	Strålevernforskrift §6, tiltaksgrense for eksponering mot almennhet
	(mikroSv)	(mikroSv)	(mikroSv)	(mikroSv)

---

**Representativ****person**

1,1

32

4 500

250

---

Kjelde ; Statens Strålevern foredrag CERAD workshop 26/8 2013

Konsekvensutgreiinga konkluderer med at utslepp i dag (2014) frå TiZir i Tyssedal.

- Ikkje medfører ulempe for det marine miljø
- Ikkje medfører reell fare for auka kreftrisiko for representative personar (dvs personar som konsumerer store mengder fisk frå området og er flittige brukara av næraste badstrand).

## 7. Flytksjema med enkel på materialstrømmer

Det er mange utslepppunkter fra TiZir men berre 2 stk er røykgass fra høgtemperatur prosessane. Resten er ventilasjonsluft eller avsug fra knusing og transport av produkter. Fra utsleppspunkta i høgtemperaturprosessen har vi data som er annvendt for å rekne utslepp til luft. Vi har bare ett tørrfiltersystem som håndtere røykgass frå høgtemperaturdelen av prosessen vår og det er filteret som vi rapportere som leverandør av støv til Boliden.

Røykgassen etter tørrrensetrinnet der støv til boliden skilles ut blir vaska med stor mengder sjøvann for å fjerne SO<sub>2</sub>. Sjøvatn inneheld NORM og prinsippet med bruttorapportering av sjøvattet medfører at NORM verdien på U og Th blir høgare enn nettobidraget frå sjølve den pyrometalurgiske prosesseringa av ilmenittmalmen

TiZir har 2 filter som håndtere tapperøyk og metallrøyk fra jernbehandlingsanlegget. Jernet som tappes er målt for radioaktivitet og er funnet å ikke inneha radioaktive isotoper. Resten av filterene er rene miljøfilter som skal håndtere støv fra mellomprodukter og ferdigvaren 80% TiO<sub>2</sub>slag. Denne slaggen blir målt og inneholder ikkje konsentrasjoner som fører til klassifisering som farlig avfall

TiZir har også diffuse utslepp fra fabrikk via ventilasjonsopningar i bygning og fra støv av råvarer og ferdigprodukter. Dette måles bare på nokre få utvalgte punkter og multipliseres med målt støvmengde til luft. Ingen av ventilasjonsåpningane eller kjelden til det diffuse utsleppet går via filter så det er ingen støvmengde som samles opp og kan klassifiseres som avfall fra denne delen av prosessen.

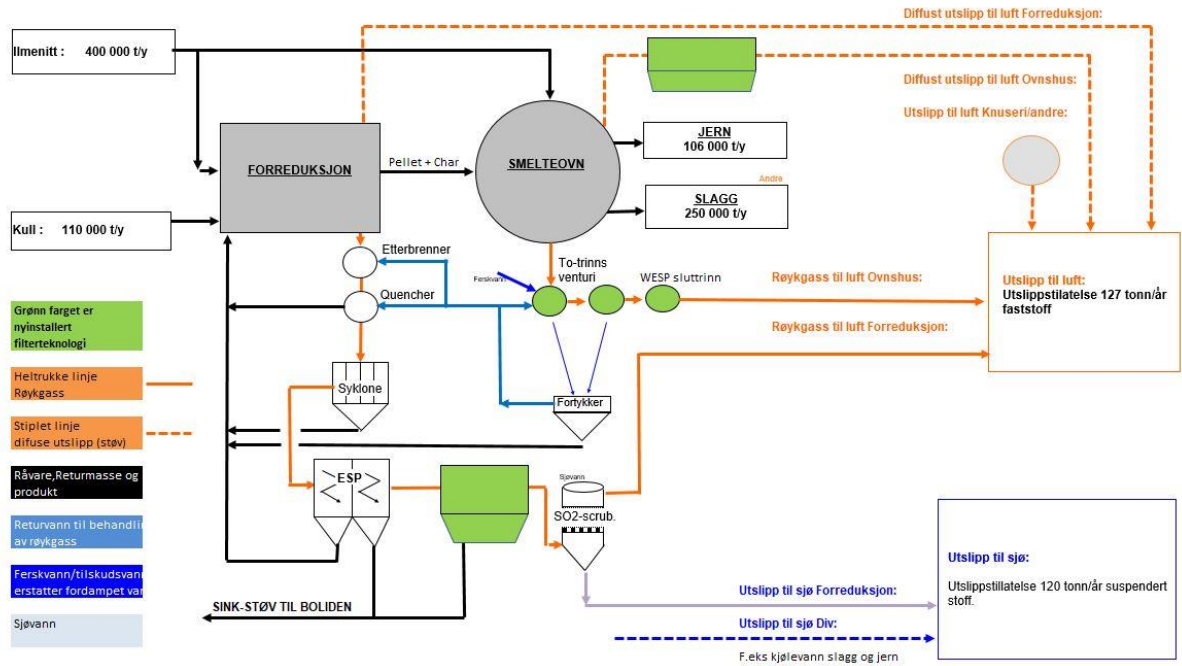
Bortsett fra Tapperøyk støv fra Jernbehandlinga og Elektrofilterstøvet som leveres Boliden blir alt anna innsamla støv resirkulert i prosesutrustningen til TiZir.

Personell ved TiZir er normalt ikkje i kontakt med støvet som ekporteres til Boliden. All transport av støv frå høgtemperatur røykgass filter foregår i lukka anlegg.

Tapperøyk som resirkuleres til prosessen slemmes opp i prosessvann. Tapperøyk som ikkje resirkuleres i prosessen går til godkjent deponi

Difust utslepp som faller ned på industriområdet samles opp med kostebil etter regelmessige intervaller og resirkuleres inn i prosessen ved TiZir

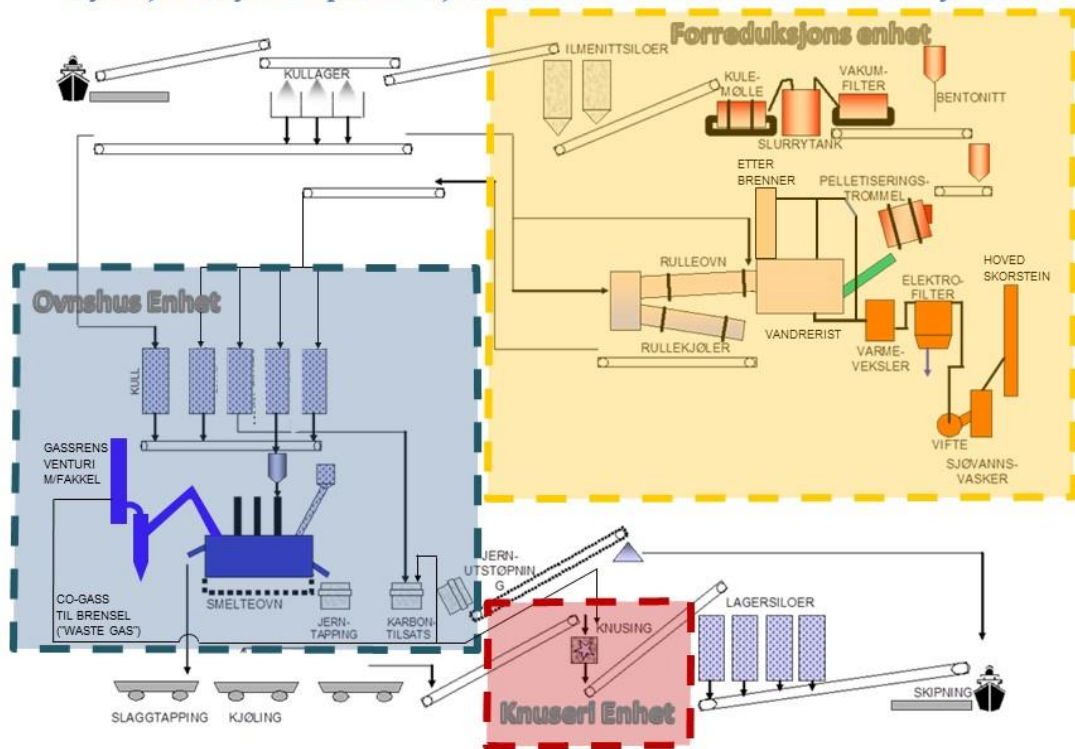
Støv frå ESP filter er deklartert som helsefarlig pga tungmetallinnholdet og transporteres i lukket silobil til Boliden der det fylles på lukket silo. Dersom vedlikehold på ESP og posefilter for høgtemperatur metallrøyk filter er nødvendig skal engangskjeledresser og P3 masker benyttes ved arbeid der folk kjem i kontakt med ESP støv





Utarbeid av Arne Hildal

### Flytskjema fysiske produksjonsenheter Tizir Titanium & Iron Tyssedal



Utarbeid av

Arne Ingard Hildal