

# Forslag til Avfallshåndteringsplan for Deponering av Mineralavfall på «Mølletippen»

Formålet med avfallshåndteringsplan er å hindre eller redusere avfallsproduksjonen og negative miljøkonsekvensene av den, å fremme nyttig-gjøring av mineralavfall dersom dette er miljømessig fornuftig og å sikre sikker disponering av mineralavfall på kort og lang sikt. Planen er utarbeidet i henhold til avfallsforskriften kapittel 17, §17-7.

Begrepet avfall er i denne planen mineralavfall i form av avgangsmasser fra oppredningsprosessen. Annet avfall vil ikke bli omtalt. Planen vil i det etterfølgende bli kalt mineralavfallsplan.

Forslaget til mineralavfallsplanen inneholder

- en beskrivelse av virksomheten, avsnitt 1
- en beskrivelse av planen for deponering på Mølletippen, i avsnitt 2
- vurdering om mineralavfallsanlegget skal klassifiseres som et risikoanlegg i henhold til avfallsforskriftens §17-5b), avsnitt 3
- vurdering av behov for finansiell sikkerhet for deponiet på Mølletippen, i henhold til avfallsforskriftens §17-8, avsnitt 4

**Utarbeidet av:**  
**Ann Heidi Nilsen**  
**ESQ-manager**

## 1 Kort beskrivelse av Titania

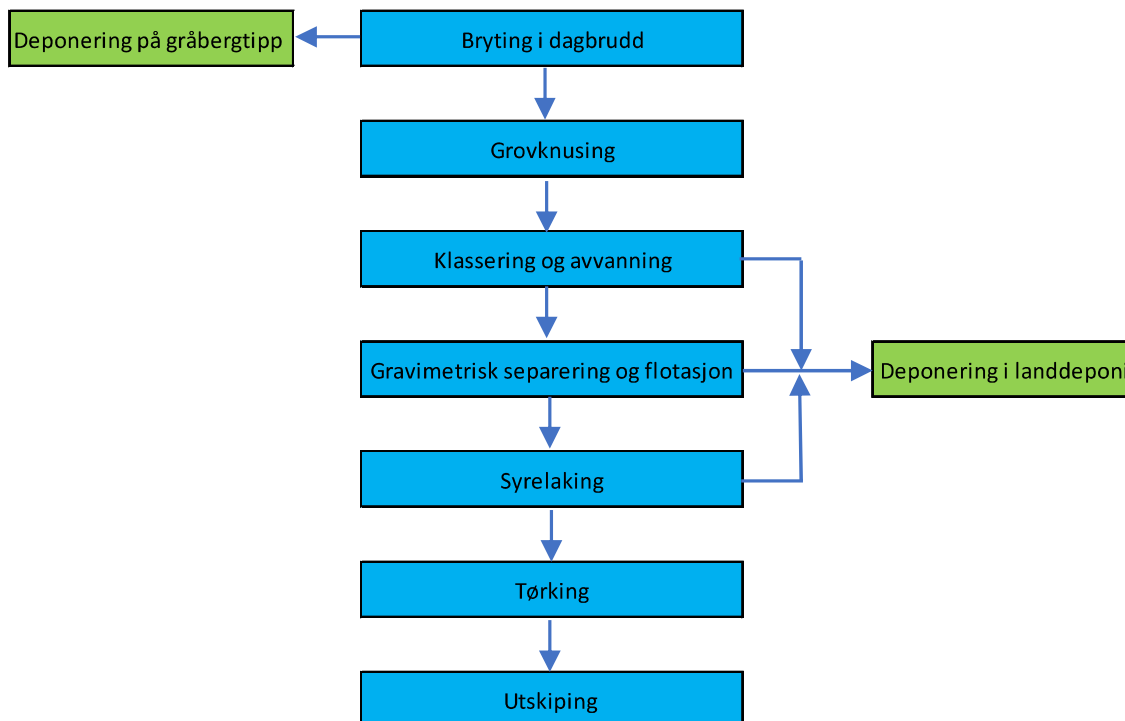
Titania AS er lokalisert i Hauge i Dalane, i kommunen Sokndal sør i Rogaland. Bedriften har ca 240 ansatte og er en hjørnesteinsbedrift i kommunen.

Bedriften ble grunnlagt i 1902 og vært i kontinuerlig produksjon siden 1916. I 1927 ble Titania kjøpt opp av Kronos Worldwide Inc, som fremdeles eier bedriften. Kronos Worldwide Inc, er hovedsakelig eier av pigmentfabrikker i USA, Canada, Tyskland, Belgia og i Fredrikstad. Titania er den eneste gruen i konsernet.

Fra 1916 – 1960 drev Titania på forekomsten Storgangen på Sandbekk. I 1954 ble Tellenesforekomsten oppdaget, og satt i drift i 1960. Etter fem års parallell produksjon ble driften på Sandbekk avsluttet i 1965.

Bedriften produserer et ilmenittkonsentrat ( $\text{FeTiO}_3$ ) som hovedprodukt, og sulfidkonsentrat og magnetittkonsentrat som biprodukter.

- Ilmenitt (jernetitanoksid) benyttes for fremstilling av pigmentet titanhvitt ved hjelp av sulfatprosessen. Ilmenitt selges hovedsakelig internt i konsernet, men også til eksterne kunder i Europa og Asia
- Magnetittkonsentratet benyttes i kullutvinning til rensing av kull
- Kiskonsentratet benyttes til smelting av nikkel, kobber og kobolt.



**Figur 1:** Forenklet flytskjema for Titanias produksjon på Tellenes med to mineralavfallsanlegg

### **1.1 Tillatelse til utslipp etter forurensningsloven - Utslippstillatelsen**

Titania følger utslippstillatelse gitt av Miljødirektoratet av 4.februar 2021. Tillatelsen omfatter utslipp til luft og vann fra dagbruddet og oppredningsverket på Tellenes og tørkeanlegget ved Jøssingfjord. Tillatelsen gjelder også et landdeponi for avgangsmasser fra oppredningsprosessen, med en årlig fyllingsmengde på opptil 3,6 millioner tonn.

### **1.2 Etablerte deponi-anlegg for mineralavfall**

Titania har tre eksisterende anlegg på land for mineralavfall. Disse er beskrevet i en egen avfallshandteringsplan (2020):

- Avsluttet landdeponi på Sandbekk
- Aktivt landdeponi på Lundetjern på Tellenes:
- Gråbergstippene: gråberg fra gruvedriften på Tellenes.

Dette forslaget til mineralavfallsplan gjelder kun plan for deponering på Mølletippen.

### **1.3 Karakterisering av avgangsmassene (§7-17 a, i avfallsforskriften)**

I 2014 ble det gjennomført mineralogisk og geokjemiske karakterisering samt nøytraliserings-potensiale og metalltransport for avgangsmassene og massene i gråbergstippene. Se oversikt over innhold av hoved- og sporelementer i prøver av gråberg i vedlegg1 (Walder, 2014).

Analysen viser at det totale sulfidinnholdet i avgangsmassene er lavt, med 0,16% som gjennomsnitt. Forholdet mellom nøytraliseringspotensialet og syredannelsespotensialet er 1, pga karbonat- og silikatmineraler gir sammen en effektiv nøytralisering og dermed alkalisk sivevann. Dette resulterer i felling/absorbering av kobber og kobolt, mens nikkel fortsatt er mobilt i vannfasen. Mobiliteten til nikkel er sannsynligvis høy pga deponeringen av surt jern(III)-holdig avgangsvann fra tørkeanlegget.

Laketestene og kinetiske tester utført på avgangsmassene viser at avgangen ikke kan karakteriseres som inert, men er heller ikke karakterisert som farlig avfall. (KREC 2012)

Det planlagte deponiet på Mølletippen er planlagt etablert oppå deponert gråberg. Gråberget er av bergarten anortositt og består i hovedsak av plagioklas med mindre mengder mafiske mineraler og leirmineraler. Gråberget karakteriseres som inert. (KREC 2012)

## **2 Deponering av avgangsmasser på Mølletippen**

### **2.1 Beskrivelse av området på Mølletippen**

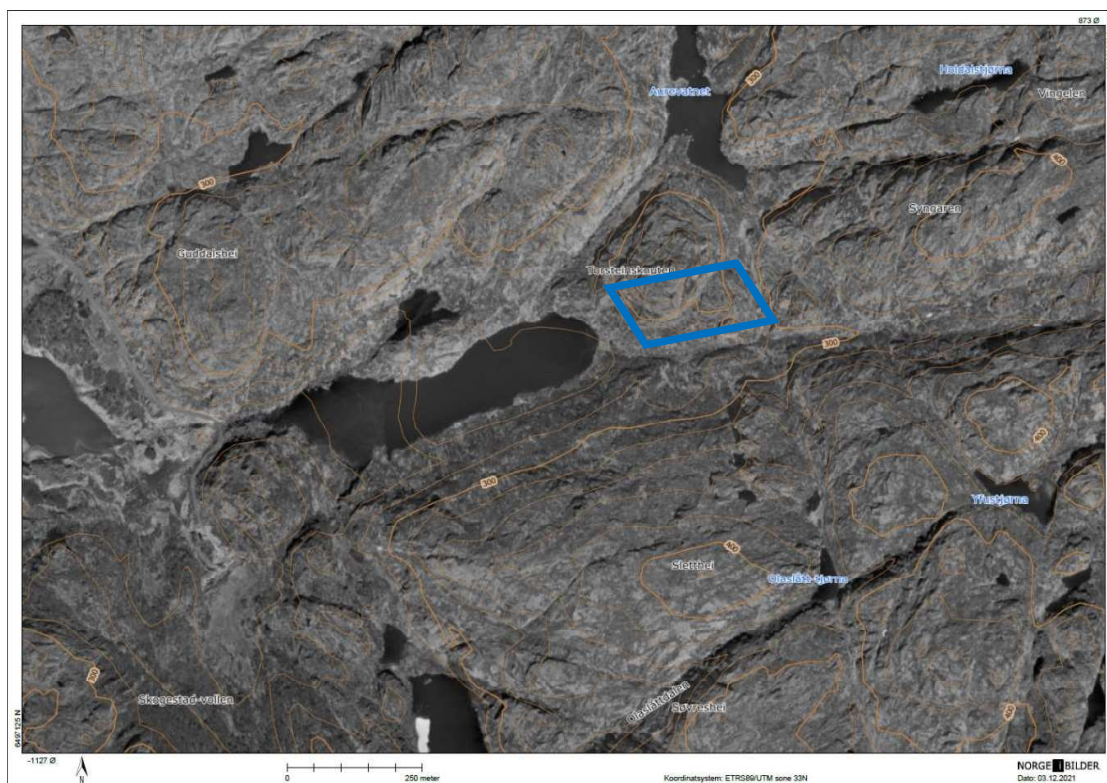
Det planlegges å etablere et område for deponering i opptil ett år, på såkalt «Mølletippen». Mølletippen, ligger på nordøstre del av gråbergstippene, rett sør for Aurevann. Koordinatsystem EUREF89 -UTM32: Nord: 6468740.407, Øst: 350548.983.

Mølletippen er i dag en aktiv gråbergstipp for lagring av sideberg fra produksjonen. Selve tippen består av sprengstein fra produksjonen som kontinuerlig har blitt komprimert av kjøretøy på omtrent 300 tonn. Grunnen under tippen består av fast fjell av samme bergartstype, anortositt, som sprengsteinen. Den kontinuerlige komprimeringen av massene gjør at overflaten på Mølletippen er relativt flat med en høyde på omtrent 357 moh.

Mektigheten av gråbergs tippen varierer fra område til område grunnet variasjonene i underliggende topografi. På det mektigste er tippen omtrent 100 m tykk, mens den på det laveste er 1 m i mektighet.

Den originale topografien under Mølletippen kan ses i figur 2 mens Mølletippen per 2019 kan ses i figur 4. Tippen er påbegynt fra laveste punkt i vannet og deretter bygget opp langsmed fjellet til dagens nivå. Det originale terrenget var en større dal og tippen fyller store deler av dalen og er dermed stabilisert av fast fjell fra flere vinkler.

Vann fra overliggende innsjøer/vann og overflatevann fra nedbør drenerer gjennom tippen mot sørvest og blir fanget opp av gruvens dreneringssystem og transporteres videre til Tellenesvann.



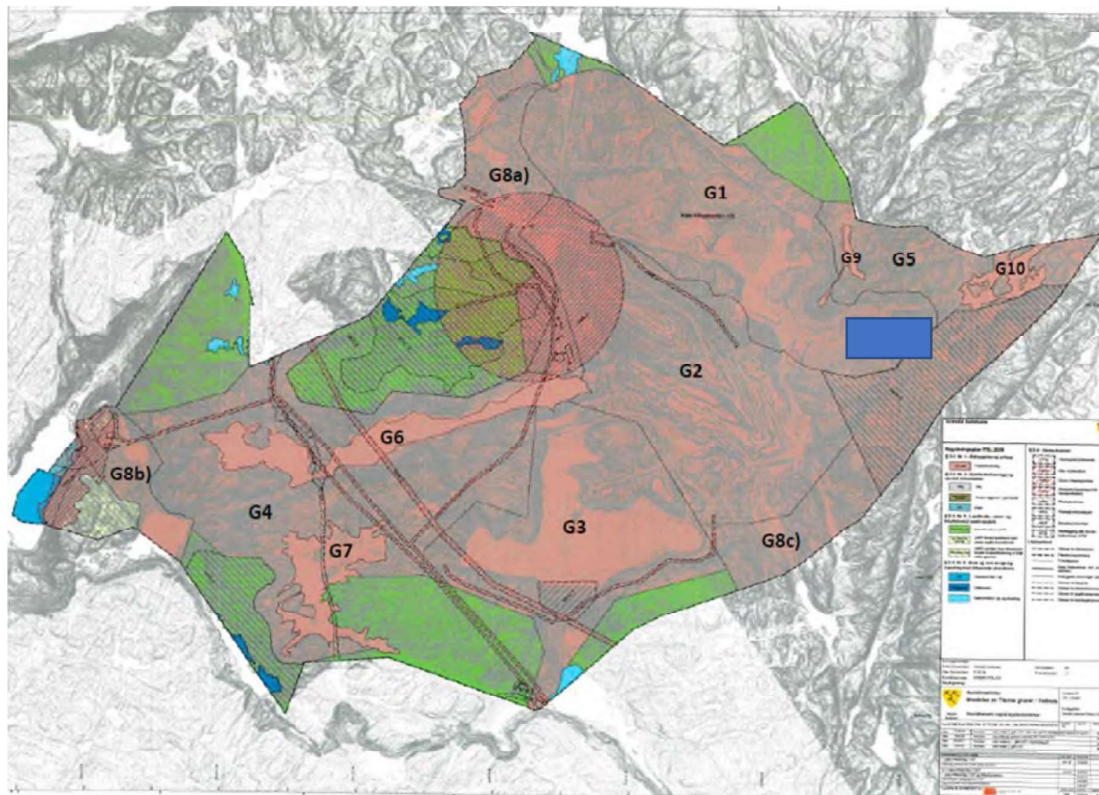
**Figur 2:** Original topografi. Omtrentlig markering av dagens Mølletippen er markert med blå linje.

## 2.2 Forholdet til BPL

«Mølletippen» ligger i område G1, som i reguleringsplanen (PlanID 11112010001) i utgangspunktet er regulert som en gråbergstipp, med følgende beskrivelse i § 5.02:

«Området kan benyttes til deponering av gråberg og avdekkingsmasser fra dagbruddet med tilhørende prosessutstyr».

Etter en mindre planendring 11.03.2022 (se vedlegg 2) har teksten i §5.02 fått følgende tillegg: «kan også i ett begrenset området sør for Aurevann brukes til å lagre sand fra prosess-avgang, forutsatt at forurensings myndigheter gir tillatelser, og at det oppfyller deres vilkår». Det vil si at området i henhold til PBL er godkjent for formålet i denne søknaden.



**Figur 3:** Områder i gjeldende områdereguleringsplan. Mølletippen markert med blå rektangel.

### 2.3 Pan for deponering

Området «Mølletippen» ligger på kote 357 moh, og det planlegges fylling av avgangsmasser opp til kote 375.

Anslått totalt fyllingsvolum for ett års deponering er 1 400 000 m<sup>3</sup>, som tilsvarer 2 000 000 tonn avgangsmasser.

Deponiområdet begrenses til ca 90 000 m<sup>2</sup>, og avgrenses ved hjelp av vegger bygget av gråberg. Teknisk løsning er ikke helt klart ennå, men avventer anbefaling fra rådgivende konsulent på hvordan bygge med tanke på stabilitet og drenering.



Titania ser for seg to løsninger for deponering på Mølletippen:

- Alternativ 1: Avgangsmassene pumpes fra oppredningsverket til deponi-området. Pumpehastighet: 330 tonn avgang pr time, med ca 1350 m<sup>3</sup>/time pumpevann.
- Alternativ 2: Avgangsmassene kjøres med maskin fra eksisterende deponi, og tømmes som jordfuktet sand i deponiområdet. På den måten frigir man deponivolum på dagens deponiområde, og gir mulighet for fortsatt deponering i hoved-deponiet.



**Figur 4:** Oversiktsbilde over Titanias områder, hentet fra «Norge i bilder». Mølletippen er markert med blå linje.

#### **2.4 Vurdering av konsekvenser for miljø og helse (§17-7 b i avfallsforskriften)**

Området Mølletippen er lukket for allmenn ferdsel og vil ikke utgjøre noen fare for menneskers helse og sikkerhet. Adkomstveier til deponiet ligger inne på Titanias anleggsområde og vil ikke gi trafikk på offentlig vegnett.

Da området kun benyttes for gråbergdeponering er der ikke vegetasjon. KU utarbeidet for reguleringsplanen (2018) konkluderer blant annet med følgende:

- Tippområdet vil utelukkes som leveområde for de fleste vanlig forekommende planter og dyr før området er grodd igjen.
- Fugle- og dyrearter har territorier som strekker seg langt ut over det regulerte området. Virkningene på territorier/habitat trenger dermed ikke å være dramatiske for fugler og pattedyr i området.

Opplevels- og bruksverdien i området er derfor liten og området berører ikke andre interesser som bebyggelse, drikkevannskilder, fiske, jakt, rekreasjonsområder eller kulturminner.

Da deponiet utelukkende skal fylles med mineraler og bergarter, og det ikke deponeres biologisk nedbrytbart avfall, utvikles det ikke lukt i deponiet.

Sandflukt fra deponiet vil forekomme i tørre perioder, spesielt fra deponialternativ B. Se plan for handtering i avsnitt 2.5.

Det vil ikke oppstå støyulempen i forbindelse med deponiet. Deponiet ligger i ett område hvor det allerede foregår maskinarbeide 24/7/365, knyttet til deponering av sprengstein, slik at aktiviteten knyttet til deponering av avgang vil være å anse som en naturlig del av aktiviteten i området.

Oppstrøms Mølletippen, fra Steinslandsvatn og Aurevatn, renner grunnvann og bekk gjennom og under gråbergtippen. På grunn av opprinnelig topografi renner vannet inn i eksisterende dreneringskanalen «takrenna», rundt gruva, og ledes til Tellenesvann for gjenvinning som prosessvann. Dette vannet trenger ikke inn i eller er ikke i kontakt med det planlagte deponiområdet.

For både alternativ A og B vil avrenning fra deponi på Mølletippen renne inn i gråbergtippen og deretter ned i «takrenna» som går rundt bruddet og videre til Tellenesvann, men med noe forskjell mellom alternativene:

For alternativ A vil avrenningen være det samme i både mengde og kvalitet som overflatevannet som i dag pumpes til Tellenesvann fra eksisterende landdeponi. I perioden på opptil ett år med deponering på Mølletippen, vil utslipp til Tellenesvann og videre til Jøssingfjord dermed ikke endres, men være omtrent lik som i dag. Samtidig vil tilført vannmengde som bidrar til vanntransport gjennom eksisterende deponi og avrenning til Logsvannet reduseres da det i perioden ikke blir deponert på Lundetjern landdeponi.

For alternativ B vil mengde avrenning fra Mølletippen til «takrenna» være adskillig mindre. Det er kun knyttet til nedbør som tilføres området. Avrenning til Logsvann og pumping av overflatevann til Tellenesvann vil være uforandret som i dag, da det fortsatt deponeres i deponiet.

Konsekvenser og påvirkning på vannkvalitet og vannlevende organismer vil derfor ikke forverres sammenlignet med dagens utslipp til Jøssingfjord.

## 2.5 Forslag til tiltak for å minimere miljøpåvirkningen (§17-7 c)

For å minimere spredning av suspendert stoff i vann foreslås det å dekke bunn og sidevegger av et deponi på Mølletippen med geoteknisk fiberduk, som slipper vann igjennom men holder tilbake SS. Gjelder både for alternativ A og B.

For å begrense støvflukt må det etableres rutiner for vanning av overflaten på deponiet, både for alternativ A og B. Bedriften har allerede gode rutiner på å begrense støvflukt fra veiene i gråbergstipp-området ved hjelp av vanning av veiene. Det planlegges å benytte de samme vanningskjøretøyet for demping av støvflukt fra det deponiet når behovet oppstår.

I oppredningsprosessen arbeides det kontinuerlig med å optimalisere separasjonsprosessene for blant annet å redusere avgangsmengdene fra ilmenittprosessen.

Titania kartlegger også muligheter for alternativ bruk av avgangsmassene. Kartleggingen har avslørt to utfordringer; anvendelighet av massene og ikke minst logistikken for å få massene frem til mottaker. Kartleggingen fortsetter i samarbeid med rådgivende konsulent. Etablering av et deponi på Mølletippen vil lette adkomsten til massene, dersom behov for større mengder avgangsmasser på kort tid. Avgangsmassene kan gjøres tilgjengelig i en viss tid. I tilfelle all massene kan avhendes vil man kunne tilbakeføre området på Mølletippen til utgangspunktet.

## 2.6 Forslag til overvåking og kontroll (§17-7, d)

### Overvåking:

- Deponiområdet kontrolleres visuelt 2 gang pr skift av skiftpersonell i gruva.
- Dersom alternativ A må pumpe- og rørsystemet fra oppredning til deponiområdet overvåkes og styres fra kontrollrom av skiftpersonell i oppredning.

For å måle sandflukt fra Lundetjern landdeponi er det utplassert to online støvmålere i bebyggelsen i Åna Sira, som kan oppgi både total sandflukt samt andel PM10. I tillegg er det siden 1994 blitt målt andel sandnedfall oppgitt som gram/m<sup>2</sup> pr 30 døgn.

### Prøvetaking:

Topografien under gråbergstippen heller mot dreneringskanalen «takrenna» som går rundt bruddet, Bedriften foreslår allikevel at det etableres rutine for prøvetaking av Ni og SS i Aurevatn øst for Mølletippen. Dette for å kontrollere at ikke avrenningen går i retning øst.

Det foreslås også å etablere rutine for prøvetaking og kontroll av SS i utløpet fra takrenna til Tellenesvann for å kontrollere at ikke SS akkumulerer seg opp i våre vannveier.

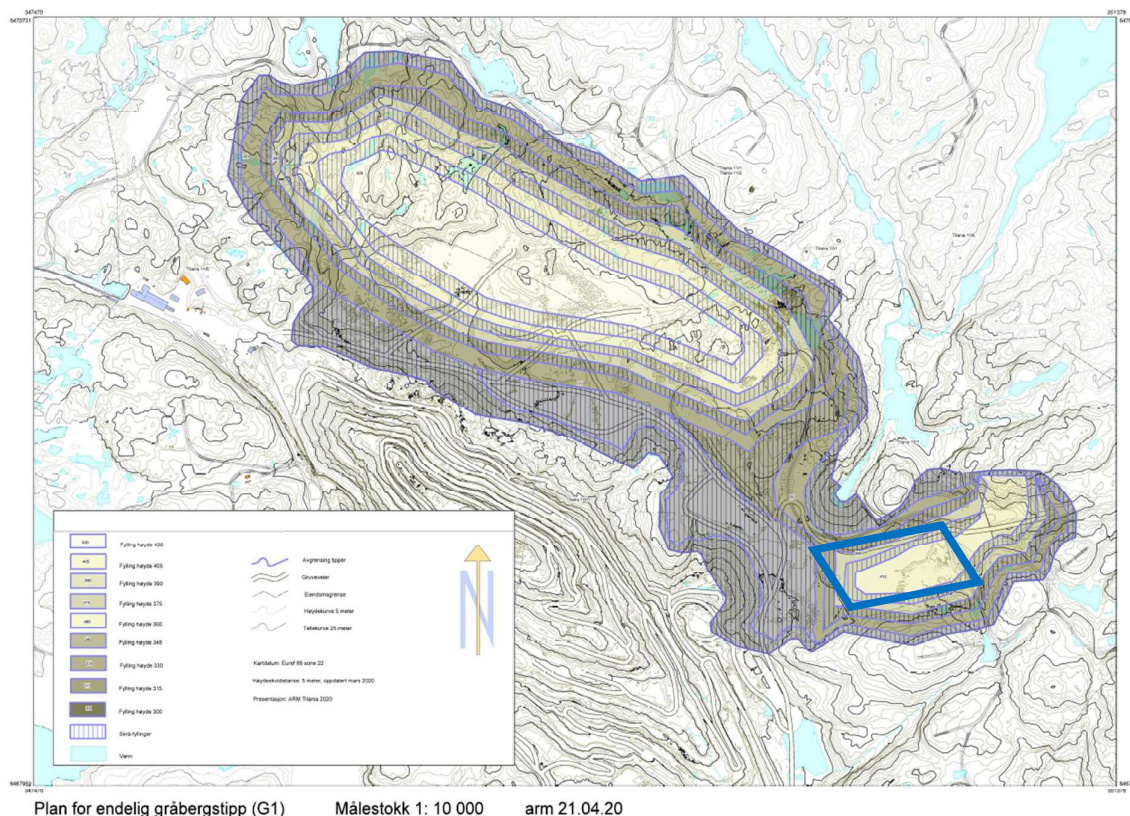
Vannutslipp til Jøssingfjord måles og prøvetakes ved hjelp av automatisk målestasjon, i allerede eksisterende måleprogram for kontroll av utslipp til ytre miljø.

Måling, overvåking og kontroll skal beskrives i bedriftens «Måleprogram for utslippskontroll».



## 2.7 Forslag til avslutning av deponi på «Mølletippen» (§17-7 e)

Titania skal avslutte deponiet på Mølletippen på en forsvarlig måte med tanke på sikkerhet og miljø. Det planlegges det å dekke avgangsmassene med gråberg, som fylles videre opp til endelig kotehøyde og avsluttes i henhold til gjeldende driftsplan 2020 -2030. Maksimal oppfylling kan skje opptil kote 425. Det vil si at toppen av avgangsdeponiet blir dekket med ett inntil 50 meter tykt lag av gråbergmasser. Se figur 5 med plan for endelig gråbergstipp.



**Figur 5:** Plan for endelig gråbergstipp ved avslutning (Driftsplan 2020 – 2030). Blå rektangel viser omtrentlig plassering av Mølletippen som da blir liggende 50 meter under.

## 2.8 Vurdering av behov for etterdrift etter avslutning av deponering på Mølletippen (§17-7 f)

Deponering på Mølletippen er planlagt avsluttet etter vel ett år. I etterdriftsfasen vil det være behov for jevnlig prøvetaking av SS i utløp av takrenna til Tellenesvann. Planen skal inkluderes i bedriftens totale plan for over våking og kontroll etter avslutning.

### **3 Vurdering av deponi på «Mølletippen» i forhold til klassifisering som risikoanlegg (§17-5 b, vedlegg III i avfallsforskriften)**

Gråbergstippene er bygget i henhold til krav i reguleringsplan (2018). Det er gitt krav til maksimal fyllhøyde og fyllingsvinkel for tippene, slik at det i minst mulig grad medfører risiko for mennesker og dyr. Dette er beskrevet i Driftsplan (2020).

Vurderinger av skråningstabiliteten på gråbergstippen er utført som en del av underlaget når den ble etablert. Når man nå endrer materialsammensetningen, og erstatter inntil 1.4 mill m<sup>3</sup> sprengstein med sand i ett området, vil disse vurderingene revideres. Sikring av stabiliteten på gråbergstippen inngår som en del av driftsplanen, som godkjennes av Dirmin.

### **4 Vurdering av finansiell garanti for deponi på Mølletippen (§17-8 i avfallsforskriften)**

Det pågår for tiden en prosess for å oppdatere finansiell garanti for Lundetjern deponi ihht §17-8 i avfallsforskriften. Denne prosessen vil nå også måtte inkludere dette området, og disse massene. Dette vil bli hensyntatt i disse pågående prosessene.

### **3 Referanseliste**

Titania (2020): Avfallshandteringsplan for mineralavfall

Kristiansen & Selmer Olsen (2018): (Plan-id 1111\_2010001). Områderegeringsplan for utvidelse av Titania gruveområde – Tellenes, vedtatt 29.10.18.

Kjeøy Research & Education Center (2012): Nøytraliseringspotensialet og metalltransport i gråberg og avgang ved Titania AS

Miljødirektoratet: Tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven, 04.02.2020.

Titania AS (2020): Driftsplan Tellenes dagbrudd 2020-2030

Titania (2020), Måleprogram for utslippskontroll

SARB Consulting Norge AS (2014): Mineralogisk og geokjemiske karakterisering av gråberg og avgang ved Titania AS

## Vedlegg 1

**Tabell 1:** Gjennomsnittlig hovedelementkjemi for avgangsprøver og gråbergprøver analysert på XRF. (I.Walder, 2014)

|                                | DETECTION | AVGANG |      |       | GRÅBERG |      |      |
|--------------------------------|-----------|--------|------|-------|---------|------|------|
|                                |           | AVG    | MIN  | MAX   | AVG     | MIN  | MAX  |
| LOI                            | 0.01      | 0.23   | nd   | 0.519 | 1.72    | 0.82 | 3.02 |
| SiO <sub>2</sub>               | 0.01      | 43.69  | 35.9 | 44.9  | 51.93   | 42   | 56   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.01      | 16.49  | 12.3 | 17.6  | 22.42   | 14.3 | 26.6 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.01      | 14.37  | 12.7 | 23.1  | 5.90    | 1.28 | 16.5 |
| MgO                            | 0.01      | 6.12   | 5.85 | 7.2   | 2.10    | 0.39 | 5.65 |
| CaO                            | 0.01      | 6.15   | 4.81 | 6.43  | 8.28    | 6.45 | 9.42 |
| K <sub>2</sub> O               | 0.01      | 0.87   | 0.65 | 0.98  | 0.86    | 0.72 | 1.09 |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.01      | 3.48   | 2.58 | 3.7   | 4.69    | 2.85 | 5.52 |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.01      | 8.75   | 7.84 | 14.5  | 2.65    | 0.35 | 8.84 |
| MnO                            | 0.01      | 0.09   | 0.07 | 0.13  | 0.06    | 0.02 | 0.15 |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.01      | 0.32   | 0.24 | 0.43  | 0.15    | 0.05 | 0.33 |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.01      | 0.04   | 0.02 | 0.06  | 0.02    | 0.01 | 0.03 |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.01      | 0.06   | 0.04 | 0.1   | 0.04    | 0.01 | 0.07 |
| Sum                            | 0.01      | 100.66 | 100  | 101   | 101     | 100  | 101  |

**Tabell 2:** Sporelementer i avgangsprøver og gråbergprøver i ICP-AES. (I.Walder, 2014)

|    | ENHET | DETEC. LIM | AVGANG |      |      | GRÅBERG |       |       |
|----|-------|------------|--------|------|------|---------|-------|-------|
|    |       |            | GJEN.  | MIN  | MAX  | GJEN.   | MIN   | MAX   |
| Ag | ppm   | 2          | 2      | 2    | 3    | nd      | nd    | nd    |
| Al | wt. % | 0.01       | 8.44   | 6.43 | 9.51 | 10.06   | 5.76  | 11.90 |
| As | ppm   | 3          | 10     | 6    | 14   | 15      | 4     | 21    |
| Ba | ppm   | 1          | 288    | 220  | 333  | 257     | 240   | 305   |
| Be | ppm   | 0.5        | 1.18   | 1.1  | 1.4  | 0.9     | 0.5   | 1.4   |
| Bi | ppm   | 5          | 6.50   | 6    | 8    | 5.6     | 5.0   | 6.0   |
| Ca | wt. % | 0.01       | 4.11   | 3.27 | 4.58 | 5.7     | 3.8   | 6.8   |
| Cd | ppm   | 1          | ND     | 0    | 0    | nd      | nd    | nd    |
| Co | ppm   | 1          | 59     | 51   | 83   | 16      | 4     | 46    |
| Cr | ppm   | 1          | 138    | 94   | 228  | 40      | 12    | 80    |
| Cu | ppm   | 0.5        | 113    | 89   | 158  | 23      | 4     | 66    |
| Fe | wt. % | 0.01       | 7.75   | 6.44 | 11.0 | 2.97    | 0.81  | 6.23  |
| K  | wt. % | 0.01       | 0.79   | 0.61 | 0.92 | 0.76    | 0.65  | 1.02  |
| La | ppm   | 0.5        | 11.2   | 7.4  | 13.2 | 7.5     | 2.6   | 21.3  |
| Li | ppm   | 1          | 4      | 3    | 5    | 5       | 3     | 8     |
| Mg | wt. % | 0.01       | 3.47   | 3.14 | 3.82 | 1.06    | 0.20  | 2.73  |
| Mn | ppm   | 2          | 653    | 537  | 872  | 304     | 83    | 665   |
| Mo | ppm   | 1          | 2      | 1    | 2    | 1       | 1     | 2     |
| Na | wt. % | 0.01       | 2.53   | 1.94 | 2.89 | 3.44    | 1.44  | 4.20  |
| Ni | ppm   | 1          | 278    | 229  | 414  | 62      | 20    | 163   |
| P  | wt. % | 0.01       | 0.09   | 0.06 | 0.13 | 0.1     | 0.0   | 0.1   |
| Pb | ppm   | 2          | 9      | 7    | 12   | 4       | 2     | 8     |
| Sb | ppm   | 5          | ND     | 0    | 0    | 6       | 5     | 6     |
| Sc | ppm   | 0.5        | 10.7   | 9.1  | 14.3 | 5.3     | 0.8   | 15.2  |
| Sn | ppm   | 10         | ND     | 0    | 0    | ND      | 0.0   | 0.0   |
| Sr | ppm   | 0.5        | 629    | 476  | 707  | 671.6   | 344.0 | 826.0 |
| Ti | wt. % | 0.01       | 3.21   | 1.69 | 4.58 | 0.9     | 0.2   | 2.5   |
| V  | ppm   | 2          | 68.7   | 53   | 112  | 43      | 11    | 122   |
| W  | ppm   | 10         | ND     | 0    | 0    | nd      | nd    | nd    |
| Y  | ppm   | 0.5        | 10.1   | 8.3  | 11.7 | 6.3     | 1.3   | 20.0  |
| Zn | ppm   | 1          | 79     | 64   | 114  | 37      | 9     | 86    |
| Zr | ppm   | 5          | ND     | 0    | 0    | 23.2    | 11.0  | 39.0  |