

Til: Norsk Gjenvinning m³
v/ Randi W. Kortegaard
Kopi til: Ole & Peder Ødegaard AS
Dato: 2018-01-31
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /
Dokumentnr.: 20170907-01-TN
Prosjekt: Geologiske tjenester Borge Massemtottak
Prosjektleder: Andreas Olaus Harstad
Utarbeidet av: Erlend Sørmo
Kontrollert av: Andreas Olaus Harstad

Uavhengig vurdering av tiltak for stabilisering av syredannende bergarter ved Borge pukkverk avfallsdeponi

Innhold

1	Innledning	2
2	Etablerte tiltak for stabilisering av syredannende bergarter ved Borge pukkverk avfallsdeponi	2
3	Vurdering av eksisterende driftsløsninger	4
3.1	Komprimering	4
3.2	Samdeponering med alkaliske avfallsmasser	5
3.3	Vannmettet deponering	5
3.4	Midlertidig tildekking med andre avfallsmasser	6
4	Sammendrag	7
5	Referanser	8

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har blitt engasjert av Norsk Gjenvinning m³ AS (NGm³) for å gjøre en uavhengig, faglig vurdering av tekniske løsninger for stabilisering av syredannende bergarter hos Borge pukkverk avfallsdeponi (Borge).

Borge er et avfallsdeponi med tillatelse til å ta imot syredannende bergarter, samt ordinært avfall, som for eksempel bunnaske fra avfallsforbrenningsanlegg, forurenset jord og forurenset betong (FMØ, 2016). Deponiet har også tillatelse fra Statens strålevern til å ta imot syredannende bergarter som potensielt kan gi utslipp av radioaktive stoffer (NRPA, 2015)

Dette notatet inneholder en vurdering av etablerte tiltak ved deponiet som gjøres ved deponiet for å stabilisere deponerte masser av syredannede bergarter (i hovedsak syredannende svartskifer). Målet med stabiliseringen er å forhindre oksidasjon av massene og påfølgende frigjøring av surt, tungmetallholdig vann. Deponiets tiltak er vurdert opp mot veileder M-385 fra Miljødirektoratet (NGI, 2015), som beskriver anbefalt praksis for deponering av syredannende bergarter.

Syredannende bergarter, som for eksempel alunskifer, inneholder reduserte svovelforbindelser – sulfider (pyritt og pyrhotitt). Disse forbindelsene oksideres når de kommer i kontakt med oksygen og vann og produserer sur, tungmetallholdig avrenning (inkludert uran). Deponier for slike bergarter utformes derfor med mål om å hindre at massene eksponeres for oksygen. Da hastigheten til oksidasjonsreaksjonene og løseligheten av tungmetaller er høyere ved lav pH (<4), er det ønskelig å sikre en nøytral til basisk pH i deponiet. Et annet sentralt tiltak er derfor samdeponering av basiske (alkaliske) avfallsmasser og syredannende bergarter (NGI, 2015).

2 Etablerte tiltak for stabilisering av syredannende bergarter ved Borge pukkverk avfallsdeponi

Dette kapittelet gir en generelle beskrivelse av deponiets utforming og tiltak for stabilisering av syredannende bergarter. Beskrivelsene er hentet fra helsekonsekvensutredning for Borge pukkverk avfallsdeponi (NGm³, 2018) og fra interne prosedyrer (Borge, 2016 a, b og c). Borge har i alt fire ulike tiltak som gjøres for å hindre oksidasjon av syredannende bergarter:

1. Komprimering av avfallsmasser under utlegging.
2. Samdeponering med alkaliske avfallsmasser.
3. Vannmetning med stagnant, oksygenfattig vann.
4. Midlertidig tildekking med forurensete masser.

I følge interne prosedyrer for deponiet (Borge, 2016a) legges syredannende bergarter ut med en tykkelse på omtrent 1 m og overdekkes med minst 0,2 m bunnaske, i tillegg til eventuelle andre avfallsmasser som er tilgjengelige. De andre avfallsmassene komprimeres gjennom minimum 3 – 5 overfarer med doser på 22 tonn for hvert utlagte lag med tykkelse 0,5 – 0,8 m (Borge, 2016c). Komprimering av masser av syredannende bergarter er ikke spesifikt beskrevet i interne prosedyrer (Borge, 2016a).

Det blir deponert betydelig mengder alkalisk bunnaske i Borge pukkverk avfallsdeponi sammen med de syredannende bergartene. Av de totale mengdene deponiet har tatt imot siden oppstart, har omtrent halvparten vært syredannende bergarter og ca. en fjerdedel bunnaske. I tillegg har det blitt tatt imot mindre mengder betong som også innehar syrenøytraliserende egenskaper (NGM³, 2018).

Målet med samdeponeringen med alkaliske avfallsmasser er å holde en stabil, høy pH (>7) i deponivannet. Tilsetningen av alkaliske avfallsmasser er varierende, men deponivannet overvåkes kontinuerlig for å sikre at det deponeres tilstrekkelige mengder for å ivareta ønsket pH-nivå. Overvåking av pH i deponibrønner sikrer at det kan settes i gang motiltak, som for eksempel tilsetning av større mengder alkaliske avfallsmasser eller dosering med kalk, dersom pH synker for raskt over et kort tidsrom, eller synker under pH 7 (Borge, 2016a). pH i deponivann måles 2 ganger per uke sammen med ledningssevne, temperatur og oksygenmetning. I tillegg måles en rekke uorganiske parametere (blant annet tungmetaller, aluminium, jern og sulfat) 1 gang per uke, radionuklider hver måned og organiske miljøgifter 2 ganger i året (Borge, 2016b).

Deponiet har dobbel bunn og sidetetting iht. krav beskrevet i Veileder til deponiforskriften (SFT, 2003) og oppfyller med dette krav til tetting. Innenfor membrankant fylles deponiet kontinuerlig opp av regnvann som gradvis metter de deponerte avfallsmassene. Etter hvert som fyllingshøyden og vannivå stiger, forlenges sidetettingsmembran oppover langs sidene av deponiet ved at det skjøtes på eksisterende membran (Borge, 2016a). Vannivå i deponiet overvåkes hyppig. Når vannivå nærmer seg grunnvannsnivå, som er maksimal høyde for innfylling av masser, planlegges utpumping og rensing av deponivann for å opprettholde vannivå på samme kote som grunnvann (Borge, 2016b).

Samdeponeringen med andre avfallsmasser fungerer også som en del av en midlertidig tildekking. Tildekkingslag av andre avfallsmasser legges over masser av syredannende bergarter innen 5 uker etter deponering. Tildekkingen er på minst 0,2 m bunnaske, men vil også kunne ha en større mektighet dersom andre tildekkingsmasser, som for eksempel forurenset jord og betong, er tilgjengelige (Borge, 2016a).

Det planlegges et avsluttende toppdekke for Borge, som etableres når deponiet har blitt fylt opp i henhold til tillatelse (FMØ, 2016) og gjeldende reguleringsplan. Avslutningsløsningen er ikke ferdigprosjektert, men NGM³ har i møter med NGI beskrevet en mulig løsning hvor syredannende bergarter og alkaliske avfallsmasser fylles opp til grunnvannstand, som maksimal kotehøyde. NGI har etablert nye grunnvannsbrønner i området

rundt deponiet og gjort en vurdering av grunnvannstand (NGI, 2018). En dobbel membran, tilsvarende bunn og sidetetting, legges så over, slik at de vannmettede massene lukkes inn. Det fylles så masser av ordinært avfall over, opp til like under bruddkanten av det gamle pukkverket. Deponiet avsluttes så med et toppdekke som oppfyller kraven i Veileder til deponiforskriften (SFT, 2003).

3 Vurdering av eksisterende driftsløsninger

I dette kapittelet vurderes egnetheten til de fire tiltakene, som er beskrevet i kapittel 2, for å stabilisere syredannende bergarter i deponiet i driftsfasen. Det stilles strenge krav til både drift, overvåking, mottakskontroll og avslutning av deponier iht. avfallsforskriften § 9. For driftsfasen stilles det imidlertid ikke like strenge krav til tildekking. Dette for at det skal kunne foregå kontinuerlig deponering av masser, samtidig som at utslipp av forurenset deponivann vanligvis hindres/redueres gjennom oppsamling og rensing sigevann. Deponering av syredannende bergarter krever ekstra tiltak for å redusere/unngå oksidasjon av deponerte masser, disse er beskrevet i M-385 (NGI, 2015).

3.1 Komprimering

Prosessen for komprimering som utføres ved Borge pukkverk avfallsdeponi (Borge, 2016c) er ikke direkte nødvendig for å redusere antall luftfylte porer i massene, ettersom porene mettes opp med vann. Komprimeringen er imidlertid viktig for å senke permeabiliteten i massene, samt for å redusere muligheten for fremtidige setninger i deponiet. En lav permeabilitet i de deponerte massene er ønskelig ettersom dette vil være et sikringstiltak som kan være hastighetsreduserende dersom det skulle oppstå et vannsig gjennom de deponerte massene.

Isolert sett vil man oppnå optimal komprimeringsgrad av sandige og grusige masser når man legger masser med en mektighet på omlag 0,2 – 0,3 m (SVV, 2015). Komprimering av masser i deponiet gjøres per i dag på lag med tykkelse 0,5 – 0,8 m (Borge, 2016c), men det pågår et internt arbeid med å revidere prosessene for komprimering.

Komprimering av utlagte masser i deponi for syredannende bergarter er beskrevet i kapittel 4.5 av M-385 (NGI, 2015). Dette er en prosess som bidrar fordelaktig i å redusere mengden luftfylte porer i massene. Videre vil komprimering også senke permeabiliteten i massene, samt at omfanget av fremtidige setninger i massene blir redusert. Dette vil bidra til å hindre setningsskader som kan forringe et avsluttende toppdekke. I M-385 (MD, 2015) anbefales det videre at komprimering av masser av syredannende bergarter gjøres sammen med tilsats av alkaliske avfallsmasser.

Fullstendig komprimering er ikke et påkrevd tiltak, men det vil være et risikoreduserende tiltak og anbefales. Dersom Borge ikke skulle velge rutiner som optimaliseres med bakgrunn i krav til fullstendig komprimering (iht. SVV, 2015) anbefaler NGI at omfanget av fremtidige setninger vurderes opp mot mulig effekt på avsluttende toppdekke.

3.2 Samdeponering med alkaliske avfallsmasser

Basert på overvåkingsdata fra deponivann varierer pH mellom 8 og 9,5, noe som betyr at tilsetningen av alkaliske avfallsmasser er tilstrekkelig. Dette understøttes av at det også måles relativt lave konsentrasjoner av tungmetaller i deponivannet (NGM³, 2018). Det er viktig å være bevisst på å unngå for høy pH ettersom flere tungmetaller har en forhøyet løselighet ved sterkt basisk pH (10 – 12). Samtidig vil utlekkningen fra masser av syredannende bergarter begrenses betydelig ved at sulfidoksidasjon forhindres gjennom lav oksygentilførsel og en nøytral til høy pH (6 – 10).

Samdeponering med alkaliske avfallsmasser anbefales som et pH-regulerende tiltak i kapittel 4.5 av M-385 (NGI, 2015). Det er viktig å regulere pH for å unngå en forhøyet løselighet av tungmetaller fra forvitrede syredannende bergarter og fra andre deponerte avfallsfraksjoner. Ved tilnærmet nøytral pH, 6 – 9, er løseligheten av en rekke tungmetaller betydelig redusert. I tillegg vil en regulering av pH hindre indirekte oksidasjon av sulfidminerale ved at tilstedeværelse av Fe³⁺ kontrolleres. Fe³⁺ er tilstede i forvitrede masser av syredannende bergarter men vil felle ut som uløselige hydroksider ved pH > 4.

NGI vurderer tiltaket med samdeponering av alkaliske avfallsmasser ved Borge pukkverk avfallsdepni å være en god løsning som er i tråd med anbefalinger i M-385 (NGI, 2015).

3.3 Vannmettet deponering

Deponerte masser ved Borge pukkverk avfallsdeponi vannmettes ved at regnvann akkumulerer innenfor membranen i deponiet. Medfølgende oksygen i regnvannet vil forbrukes fortløpende av oksidasjonsprosesser i deponerte masser. Ettersom oksygenkonsentrasjon i deponivannet overvåkes kontinuerlig (Borge, 2016b) er det mulig å bekrefte at forholdene er reduserende og at bidraget fra oksygen i regnvann er ubetydelig. Når deponiet ved avslutning lukkes inn vil vannet forbli anoksisk over tid, forutsatt at tilsiget av frisk vann er neglisjerbart.

Da deponeringsløsningen ved Borge deponi inkluderer en dobbel bunn og sidetetting forventes det ikke at det er en gjennomstrømning av grunnvann i de deponerte massene. Det vil imidlertid alltid være en risiko for punkteringer/brudd på membran, men så lenge nivået av deponivann er lavere enn grunnvannstanden i sideberget vil det være en innadrettet hydraulisk gradient i deponiet. Grunnvann vil da presses inn i deponiet heller enn at det lekker ut fra deponiet. Når deponivannstanden når grunnvannstanden vil det oppstå en likevekt mellom inn- og utadrettet gradient i deponiet.

En vannmettet deponeringsløsning for syredannende bergarter er beskrevet i kapittel 5.5 i M-385 (MD, 2015). Transporten av oksygen i vann er omtrent 10 000 ganger tregere enn i luft. En slik deponeringsløsning hindrer dermed betydelig oksygentilførsel til deponerte masser. Dette forutsetter imidlertid at vannet er stagnant – at det ikke er tilsig

/ gjennomstrømning av friskt, oksygenrikt vann, som for eksempel overflatevann eller grunnvann.

Et vannmettet deponeringsløsning, med stagnante forhold, innfrir kravene til både tildekking i driftsfasen og til oksygenbarriere i et endelig toppdekke. En slik løsning er den beste for driftsfasen ettersom drenerte løsninger vil gi et kontinuerlig tilsig av oksygen til deponerte masser, selv med midlertidige tildekkingslag med lav permeabilitet.

Så lenge de etablerte barrierene er intakte, slik at forholdene i deponiet forblir stagnante og oksygenfattige (anoksiske) over tid, vil ikke forvitring av de syredannende bergartene finne sted og dermed vil heller ikke tungmetaller fra bergartenes mineraler løses ut i deponivannet i betydelig grad. Forurensningen vil altså forbli sterkt bundet mineralene. Overvåkingsdata fra brønner i deponiet viser lave konsentrasjoner av både oksygen og tungmetaller, noe som bekrefter at de ikke forekommer oksidasjon av betydning i de deponerte massene (NGM³, 2018).

NGI vurderer løsningen å være god og i tråd med M-385 (NGI, 2015), men anbefaler imidlertid at det gjøres en vannbalanestudie for deponiet. Med en slik studie er det mulig å kontrollere at vannet som akkumuleres i deponiet er regnvann og at det ikke er innsig av grunnvann i deponiet eller utslipp av deponivann til grunnvann.

3.4 Midlertidig tildekking med andre avfallsmasser

Som beskrevet i kapittel 5.5 i M-385 (MD, 2015) oppfyller en vannmettet deponeringsløsning kravene til endelig toppdekke for et deponi for syredannende bergarter, samtidig som at det er en god løsning i driftsfasen. Dette forutsetter at syredannende bergmasser er fullstendig mettet av stagnant vann, gjerne med en vannstand som er høyere enn nivået til de deponerte massene.

Midlertidig tildekking med andre avfallsmasser, som bunnaske fra avfallsforbrenning, gips, betong og forurenset jord, kan derfor sees på som en tilleggsløsning for tildekking i driftsfasen ved Borge pukkverk avfallsdeponi. Denne tilleggsløsningen vil bidra til ytterligere å begrense oksygentransport til deponerte syredannende bergmasser.

I kapittel 5.4 i M-385 (MD, 2015) beskrives tildekking av syredannede bergarter i driftsfasen. Et slikt midlertidig tildekkingslag etableres for å redusere tilførsel av både vann og oksygen til deponerte masser. Et midlertidig tildekkingslag vil ikke være tilstrekkelig til å hindre oksygentransport fullstendig, men har som funksjon å begrense innsig av vann for og dermed redusere oksidasjon og utlekking, samt behov for rensing av sigevann.

Ettersom tildekking med andre avfallsmasser er en tilleggsløsning er det ikke nødvendig at tildekkingslaget oppfyller kravene til hydraulisk konduktivitet og lagtykkelse spesifisert i M-385 (MD, 2015). NGI vurderer dette å være en god løsning som ytterligere reduserer risiko for oksygentransport til de deponerte massene.

4 Sammendrag

Borge tar imot masser av syredannende bergarter som deponeres og stabiliseres ved hjelp av fire tiltak. Dette inkluderer komprimering, samdeponering med alkaliske avfallsmasser, vannmetning med stagnant vann, og midlertidig tildekking med andre avfallsmasser. Vannmetningen og tildeklingslag reduserer sterkt oksygentilgang til deponerte masser og dermed også sannsynligheten for at forvittringsprosesser skal finne sted. I tillegg bidrar alkaliske avfallsmasser til å holde en stabil nøytral til basisk pH i deponiet.

Basert på informasjon gjort tilgjengelig av NGM³ på vegne av Borge pukkverk avfallsdeponi (Borge, 2016 a, b og c, og NGM³, 2018) vurderer NGI deponeringsløsningen for syredannende bergarter å være god og forsvarlig. Tiltakene er også i tråd med anbefalinger beskrevet i veileder M-385 (NGI, 2015).

5 Referanser

Borge (2016a)

Håndtering av syredannende masser. Prosedyre 9834 ved Borge Masseemottak, datert 2016-04-09.

Borge (2016b)

Overvåkingsprogram for vann. Prosedyre 9895 ved Borge Masseemottak, datert 2017-02-27.

Borge (2016c)

Oppfylling og planering av tipp. Prosedyre 10938 ved Borge Masseemottak, datert 2016-04-06.

FMØ (2016)

Tillatelse til virksomhet etter forurensingsloven for Borge pukkverk avfallsdeponi. Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernavdelingen, Arkivkode 471, Anleggsnummer 0106.0179.01. Datert 2012-02-07. Endret 2016-08-18.

NGI (2018)

Vurdering av grunnvannsnivå og grunnvannets dreneringsretninger fra målinger i fjell- og løsmassebrønner rundt Borge deponi. NGI-notat 20170907-02-TN, datert 2018-01-28.

NGI (2015)

Deponering av syredannende bergarter. Grunnlag for veileder. NGI-rapport 20150496-01-R, datert 2015-05-12. Miljødirektoratets veileder M-385.

NGm³ (2018)

Helsekonsekvensutredning Borge pukkverk avfallsdeponi. Norsk Gjenvinning m³ og Ole & Peder Ødegaard AS. Januar, 2018.

SFT (2003)

Statens forurensningstilsyns veileder TA-1951. Veileder til deponiforskriften.

SVV (2015)

Standardbeskrivelse for vegkontrakter. Prosesskode 1. Statens vegvesens Håndbok R761, datert november 2015.

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Uavhengig vurdering av tiltak for stabilisering av syredannende bergarter ved Borge pukkverk avfallsdeponi		Dokumentnr./Document no. 20170907-01-TN
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/Client Norsk Gjenvinning m ³	Dato/Date 2018-01-31
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr. & dato/Rev.no. & date 0 /
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Syredannende bergarter, oksidasjon, deponi		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Østfold	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Fredrikstad	Felt navn/Field name
Sted/Location Sellerbakk	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: Øst: Nord:	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/Self review by:	Sidemanns-kontroll av/Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2018-01-31 Erlend Sørmo	2018-01-30 Andreas O. Harstad		

Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release	Dato/Date 31. januar 2018	Prosjektleder/Project Manager Andreas O. Harstad
---	-------------------------------------	--

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemand uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

