

RESUMÉ

Afgrænsning af dokumentet

Dette dokument omfatter aktiviteter, der er forbundet med håndtering af tailings (restprodukter) og stenaffald fra malme, der potentielt kan have en betydelig miljøpåvirkning. Der er navnlig fokuseret på aktiviteter, som kan betragtes som eksempler på god praksis. Udvindeknologi og mineralopbejdning dækkes kun, i det omfang det er relevant for håndteringen af tailings og stenaffald. Hensigten er at højne bevidstheden om forskellige former for god praksis og fremme anvendelsen heraf inden for alle aktiviteter i denne sektor.

Til grund for arbejdet og selve udarbejdelsen af dokumentet ligger Kommissionens meddelelse KOM(2000) 664 om sikker minedrift. Efter dæmningsbruddene i Aznalcollar og Baia Mare præsenterede Kommissionen i meddelelsen et forslag til en handlingsplan for opfølgning på mineuheld, der bl.a. indbefattede udarbejdelsen af et BAT-referencedokument på grundlag af en informationsudveksling mellem Den Europæiske Unions medlemsstater og mineindustrien. Dette er nu realiseret i form af nærværende dokument, som er blevet udarbejdet på Kommissionens initiativ og i forventning om vedtagelse af forslaget til Europa-Parlamentets og Rådets direktiv om håndtering af affald fra udvindingsindustrien¹.

De to nævnte brud har fået offentligheden til at interessere sig for håndtering af tailingsdamme og -dæmninger. Man må imidlertid ikke glemme, at også sammenskrudninger i tailings- og stenaffaldsdynger kan forårsage alvorlige miljøskader. Der kan være tale om enorme dimensioner i begge tilfælde. Dæmningerne kan være op til 100 m høje og dyngerne endnu højere og flere kilometer lange med måske flere hundrede millioner kubikmeter tailings eller stenaffald. Ifølge Eurostat Årbog 2003² genererer de 15 EU-medlemsstater over 300 mio. tons mine- og stenbrudsaffald om året.

Følgende metaller er omfattet af dokumentet i kraft af, at de udvindes og/eller oparbejdes i Den Europæiske Union (EU-15), tiltrædelseslandene, kandidatlandene eller Tyrkiet:

- aluminium
- cadmium
- krom
- kobber
- guld
- jern
- bly
- mangan
- kviksølv
- nikkel
- sølv
- tin
- wolfram
- zink

Alle disse metaller er omfattet uanset produceret mængde eller anvendt mineralopbejdningmetode (dvs. uanset om der er tale om mekaniske metoder, flotation, kemiske eller hydrometallurgiske metoder såsom udludning).

¹) KOM(2003) 319 endelig, 2.6.2003. I direktivforslaget henvises der til BAT (Best Available Technique) i artikel 4, stk. 2, og artikel 19, stk. 2 og 3.

²) Eurostat Årbog 2003, A statistical guide to Europe, 8. udgave, Det Europæiske Statistikkontor Eurostat, Luxembourg.

Kul og udvalgte industrimineraler er også omfattet af dokumentet:

- tungspat
- borat
- feldspat (hvis udvundet ved flotation)
- flusspat
- kaolin (hvis udvundet ved flotation)
- kalksten (hvis oparbejdet)
- fosfat
- potaske
- strontium
- talk (hvis udvundet ved flotation)

Kul er kun medtaget i de tilfælde, hvor det oparbejdes, og der genereres tailings (i tråd med førnævnte tema). Generelt vil det sige, at hårdt kul (stenkul eller sortkul) er omfattet, mens lignit (brunkul) ikke er, fordi det normalt ikke oparbejdes.

I Estland oparbejdes olieskifer med store mængder tailings til følge, som skal håndteres. Det blev derfor besluttet at inddrage også denne aktivitet i dokumentet. Da der imidlertid ikke blev tilvejebragt nogen relevant information om emnet, behandles olieskiferområdet dog alligevel ikke.

Dokumentet omfatter heller ikke:

- forladte mineaffaldsanlæg, bortset fra enkelte eksempler på nyligt forladte anlæg
- minedrift, oparbejdning og håndtering af tailings forbundet med udvinding af gas og væsker (f.eks. olie og salt fra saltvand).

For alle de tidligere definerede mineralers vedkommende dækkes følgende punkter i dokumentet:

- håndtering af stenaflald,
- forskellige typer mineraloparbejdning, som er relevante for håndtering af tailings (f.eks. når oparbejdningen af mineraler indvirker på de pågældende tailings' egenskaber og opførsel),
- håndtering af tailings, f.eks. i damme/dæmninger, bjerge eller som fyldmateriale
- muldrag og overjord, hvis de to typer anvendes i tailingshåndteringen.

Mineindustrien

Formålet med minedrift er at opfylde behovet for metaller og mineralressourcer til udvikling af infrastruktur osv. og forbedre befolkningens livskvalitet, da de udvundne stoffer i mange tilfælde udgør råmaterialet i fremstillingen af mange varer og andre materialer, bl.a. metalholdige mineraler eller metaller, kul eller industrimineraler, som anvendes i kemikaliesektoren eller til byggeformål osv.

Mineindustriens produkter bruges sommetider direkte, men raffineres ofte yderligere, f.eks. i udskilningsovne.

Det typiske forløb i enhver minedriftaktivitet er udvinding fulgt af mineraloparbejdning og endelig afsendelse af produkter og håndtering af tailings.

Den europæiske mineindustri har kun en beskedent produktion af de fleste metalholdige malme i forhold til den samlede verdensproduktion (f.eks. guld 1 % og kobber 7 %) og tilsvarende for kuludvindingen (6 %). I modsætning til de overvejende nedadgående produktionstal i metal- og kulindustrien er produktionen af mange industrimineraler steget støt i Europa. For de fleste

industrimineralers vedkommende udgør den europæiske produktion en væsentlig andel af den globale produktion (f.eks. feldspat 64 % og potaske 20 %). I visse dele af mineindustrien, såsom metal- og kuludvinding i Europa, opererer man under svære økonomiske vilkår, hvilket hovedsagelig skyldes, at forekomsterne ikke længere er konkurrencedygtige på internationalt plan. EU's metalsektor kæmper også, fordi det er vanskeligt at finde nye givtige malmforekomster i kendte geologiske områder. Men trods faldet i mineindustriens produktion på disse områder, stiger forbruget støt. For at dække efterspørgslen importerer EU således i stigende omfang.

Virksomhedsstørrelsen i sektoren varierer betydeligt fra en håndfuld ansatte til flere tusinde medarbejdere pr. udvindingssted. Med hensyn til ejerforhold findes der såvel internationale virksomheder som industrielle holdinggrupper, uafhængige offentlige selskaber og private selskaber.

Håndtering af tailings og stenaffald

Håndteringen af resterne fra minedriften og i dette dokument navnlig tailings og stenaffald er normalt en uønsket økonomisk udgift for virksomheden. Typisk er minen og mineraloparbejdningsfabrikken indrettet til at udvinde så meget afsætteligt produkt som muligt, og først derefter er der tænkt på det led i processen, der omfatter restprodukterne og miljøstyring generelt.

Der er mange måder at håndtere tailings og stenaffald på. De mest almindelige metoder er:

- udhældning af tailings i slamform i damme
- tilbagefyldning af tailings eller stenaffald i underjordiske miner eller åbne brud eller anvendelse heraf til opførelse af tailingsdæmninger
- dumping af mere eller mindre tørre tailings eller stenaffald i dynger eller på bakkeskråninger
- brug af tailings og stenaffald til arealanvendelse, f.eks. som grus eller genopretning
- ophobning af koncentrerede tailings i slaggebjerge
- udhældning af tailings i overfladevand (f.eks. hav, sø eller flod) eller grundvand.

Tailings- og stenaffaldshåndteringsanlæg varierer enormt i størrelse lige fra damme på størrelse med en swimmingpool til damme på over 1000 ha og fra små dynger af tailings eller stenaffald til stenaffaldsdepoter på flere hundrede ha eller over 200 m høje slaggebjerge.

Valget af håndteringsmetode afhænger hovedsageligt af vægtningen af følgende tre faktorer:

- omkostning
- miljøvenlighed
- sammenbrudsrisiko.

De væsentligste miljøforhold

Den væsentligste miljøpåvirkning fra tailings- og stenaffaldshåndteringsanlæggene er forbundet med områdets placering og relative pladsforbrug såvel som de potentielle emissioner af støv og spildevand under drift eller i efterbehandlingsfasen. Endvidere kan brud eller sammenbrud i tailings- og/eller stenaffaldshåndteringsanlæg forårsage alvorlige miljøskader og endog tab af menneskeliv.

Grundlaget for en vellykket håndtering af tailings og stenaffald er en ordentlig materialekarakterisering, herunder en nøjagtig forudsigelse af materialernes opførsel på langt sigt, samt et godt valg af placering.

Emissioner:

Både kontrollerede og ukontrollerede udledninger af spildevand og støv fra tailings- og stenaffaldshåndteringsanlæg kan i varierende grad være giftige for mennesker, dyr og planter. Spildevandet kan være surt eller alkalisk og kan indeholde opløste metaller og/eller opløselige og uopløselige, komplekse, organiske bestanddele, som er ført med fra mineraloparbejdningen, såvel som eventuelt naturligt forekommende organiske stoffer som huminsyrer og langkædede carbonsyrer fra minedriften. De udledte stoffer og disses pH-værdi, koncentrationen af opløst ilt samt temperatur og hårdhed kan alle være vigtige med hensyn til giftigheden for recipienten.

I de sidste 20 år er der kommet en øget bevidsthed om det miljøproblem, der inden for minedrift kaldes surt drænvand eller ARD (acid rock drainage). ARD er forbundet med udvinding af Pb, Zn, Cu, Au og andre mineraler, herunder kul, fra sulfidholdige malmforekomster. Selv om der kan dannes surt drænvand fra væggene i sulfidholdige brud og underjordiske miner, er det kun håndteringen af tailings og stenaffald, der behandles i dette dokument.

Det er først og fremmest følgende væsentlige forhold, der ligger til grund for de nævnte miljøproblemer:

- tailings og/eller stenaffald indeholder ofte metalsulfider
- sulfider oxyderer, når de påvirkes af ilt og vand
- sulfidoxidation skaber et surt metalmættet perkolat
- perkolatproduktion over lange perioder
- steder med underskud af mineraler med syrebuffervirkning.

Tilfældige brud og sammenbrud:

Sammenbrud i et hvilket som helst tailings- eller stenaffaldshåndteringsanlæg kan have både kortsigtede og langsigtede virkninger. De typiske kortsigtede konsekvenser er:

- oversvømmelse
- tildækning/kvælning
- knusning og destruktion
- afskæring af infrastruktur
- forgiftning.

De potentielle langsigtede virkninger er:

- metalophobning i planter og dyr
- forurening af jord
- tab af menneske- og/eller dyreliv.

Genopretning af anlægsområdet og efterbehandling:

Når driften indstilles, skal anlægsområdet forberedes til den efterfølgende anvendelse. I hvert fald de seneste 20-30 år har det været kutyme, at der skulle foreligge planer for nedlukning og oprensning af anlægsområdet lige fra planlægningsfasen og videre frem, hvis der skulle gives en driftstilladelse til minen. Disse planer skulle ajourføres jævnlige, hver gang der skete en ændring i driften og i forhandling med tilladelsesmyndigheden og andre interessenter. I visse tilfælde vil målet være at efterlade så få spor som muligt, mens det i andre tilfælde kan være en fuldstændig ændring af landskabet, man stræber efter. Begrebet "nedlukningsdesign" indebærer, at man i feasibilityundersøgelsen af et nyt mineområde inddrager lukningen af området, som herefter underlægges en løbende overvågning og opdatering i hele minens levetid. I alle tilfælde skal skadelige miljøpåvirkninger holdes på et minimum.

Almindelige processer og teknologier

Udvindingsteknikker:

Brydning af malm (også kaldet minedrift), den efterfølgende mineralopbejdning og endelig håndteringen af tailings og stenaflald opfattes oftest som én enkelt operation. Malmudvindingen og de teknikker, man vælger til den efterfølgende mineralopbejdning og affaldshåndtering, afhænger af udvindingsteknikken. Det er derfor vigtigt at forstå de vigtigste minedriftmetoder.

Udvinding af tørstof kan foregå ved hjælp af fire grundlæggende minedriftmetoder:

- (1) åbent brud
- (2) underjordisk mine
- (3) stenbrud og
- (4) udvinding ved hjælp af opløsning.

Valget mellem de fire alternativer afhænger af mange ting, f.eks.:

- værdien af de(t) ønskede mineral(er)
- malmens kvalitet
- malmlegemets størrelse, form og dybde
- miljømæssige forhold i det omgivende terræn
- geologiske, hydrogeologiske og geomekaniske forhold i bjergartsmassen
- de seismiske forhold i området
- malmlegemets placering i området
- malmlegemets opløselighed
- miljøpåvirkningen af driften
- krav vedrørende overfladen
- ledige arealer.

Mineralogi:

Det er som udgangspunkt muligt at skelne mellem de væsentlige mineraltyper som oxid, sulfid, silikat og carbonatminerale, der i kraft af forvitring og andre vejrpåvirkninger kan undergå grundlæggende kemiske forandringer (f.eks. nedbrydning af sulfider til oxider). Mineralogien er naturens værk og er på mange måder bestemmende for den efterfølgende udvinding af de ønskede mineraler og håndteringen af tailings og stenaflaldet derfra.

Et godt kendskab til mineralogien er en vigtig forudsætning for følgende:

- miljøvenlig håndtering (f.eks. separat håndtering af syredannende og ikke-syredannende tailings eller stenaflald)
- nedbringelse af behovet for "end-of-pipe-behandling" (f.eks. behandling med kalk af surt drænvand fra et tailingshåndteringsanlæg)
- flere muligheder for at anvende tailings og/eller stenaflald som grus.

Mineralopbejdningsteknikker:

Formålet med mineralopbejdning er at omdanne den rå malm fra minen til et salgbart produkt. Det foregår normalt på mineområdet, idet fabriksanlægget omtales som et mineralopbejdningensanlæg (fabrik eller koncentrationsanlæg). Det primære formål med opbejdningen er at nedbringe mængden af malm, som skal transporteres til og forarbejdes i senere procestrin (f.eks. uds melting) gennem metoder til separering af de værdifulde (ønskede)

minerale fra gangbjergarten. Det salgbare produkt, der udvindes heraf, kaldes koncentrat, mens restmaterialet kaldes tailings.

Mineraloparbejdning omfatter forskellige procedurer afhængigt af mineralets iboende fysiske egenskaber (dvs. kornstørrelse, tæthed, magnetiske egenskaber og farve) eller fysisk-kemiske egenskaber (overfladespænding, hydrofobicitet og fugtningsevne).

De typiske mineraloparbejdningsteknikker er følgende:

- formaling
- sigtning og hydrocykloner
- vægtfyldeseperation
- flotation
- sortering
- magnetisk separation
- elektrostatisk separation
- udludning
- sedimentering
- filtrering.

Nogle af disse teknikker kræver brug af reagenser. I forbindelse med flotation er det nødvendigt at anvende skumdannende stoffer, kollektorer (???) og modifikatorer(??) for at opnå den ønskede separation.

Mineraloparbejdningsteknikkerne indvirker på de genererede tailings' egenskaber.

Tailings- og stenaffaldshåndtering:

Nogle af de vigtigste materialeegenskaber i tailings- og stenaffaldshåndteringsanlæg er:

- forskydningsstyrke
- kornfordeling
- tæthed
- plasticitet
- vandindhold
- gennemtrængelighed
- porøsitet.

Tailingsdæmninger er overfladestrukturer til håndtering af tailings i slamform. Denne type anlæg anvendes typisk til håndtering af tailings fra en våd proces. For hver deponering af tailings skal man overveje flere forskellige aktiviteter, herunder:

- dæmninger til indeslutning af tailings
- afledningssystemer til naturlig afstrømning rundt om eller gennem dæmningen
- levering af tailings fra mineraloparbejdningens anlægget til tailingsdæmningen
- deponering af tailings inden for dæmningen
- fjernelse af overskydende frit vand
- beskyttelse af det omkringliggende område mod miljøpåvirkninger
- instrumentering og overvågningssystemer til inspicering af dæmningen
- langsigtede aspekter (dvs. nedlukning og efterbehandling).

Blandt andre teknikker, der anvendes til tailings- og stenaffaldshåndtering, er tilbagefyldning, deponering i dynger, koncentrerede tailings, undervandshåndtering og eventuelle nye anvendelsesformer.

Normalt vil en mine med de tilhørende anlæg til mineraloparbejdning og tailings- og stenaffaldshåndtering kun være i drift i nogle få årtier. Længe efter at minedriften er ophørt,

ligger de tomme miner (ikke omfattet af nærværende dokument), tailings og stenaffaldet der imidlertid endnu. Derfor skal der rettes særlig opmærksomhed mod en ordentlig nedlukning, genopretning og efterbehandling af anlæggene.

De vigtigste overvejelser i tailings- og stenaffaldshåndteringen ud over valget af placering gælder sammenbrudsmønstre i dynger og dæmninger, forholdet mellem de pågældende tailings' egenskaber og opførsel samt risikoen for generering af surt drænvand (ARD).

De anvendte processer og teknikker samt emissions- og forbrugsniveauer

Af nedenstående liste fremgår nogle af de vigtigste forhold inden for tailingshåndtering:

- Tailings i slamform, kaldet rødt slam, fra raffinering af aluminium har en høj pH-værdi og bliver enten deponeret i konventionelle tailingsdamme/-dæmningsanlæg, koncentreret så meget, at de kan danne bjerge, eller udledt i havet.
- Tailings fra grundmetaludvindingsaktiviteter udledes normalt som slam i store tailingsdamme. Ofte indeholder grundmetalmalme sulfider (i større mængder end bufferminerale), hvorfor der er risiko for surt drænvand (ARD) fra de dannede tailings. En af metoderne er at udlede tailings under vandet for at undgå ARD-dannelse fra begyndelsen, mens en anden kan være at fylde en del af tailings tilbage i underjordiske anlæg. I adskillige tilfælde vælger man som lukningsmetode til tailingsdammen den teknik, der kaldes vådt dækklag, i andre tilfælde anvendes et tørt dækklag.
- Grovkornede tailings fra brydning af jernmalm deponeres i dynger. Tailings i slamform deponeres i damme.
- Nogle af de guldminer, der er i drift i Europa, har et potentielt nettoudslip af surt drænvand. Når der anvendes cyanidudludning til udvinding af guld, destrueres cyanidet før deponeringen i tailingsdammen.
- For industrimineralers vedkommende er der mange anlæg, der ikke genererer tailings overhovedet eller sælger dem som grus.
- Grovkornede tailings fra boratudvinding deponeres først i dynger, før de tilbagefyldes.
- Fra et flusspatudvindingsanlæg, der beskrives i nærværende dokument, udledes tailings i havet.
- Et kaolinanlæg, der beskrives i dette dokument, afvander først de finkornede tailings, før disse deponeres i dynger; metoden bruges også i nogle kalk/calciumcarbonatudvindingsanlæg.
- Fra et kalkbrud beskrevet i dokumentet udledes tailings i slamform i et nedlagt brud.
- Faste tailings fra potaskeanlæg deponeres i dynger eller som fyldmateriale. En del af de flydende tailings pumpes ned i dybe brønde, mens resten udledes i overfladevand. I et enkelt tilfælde beskrevet her i dokumentet udledes der tailings i havet.
- I kulminer deponeres grovkornede tailings normalt i dynger eller i nedlagte åbne brud. Det finkornede tailingslam udledes enten i damme eller filtreres. I nogle tilfælde sælges såvel de filtrerede som de grovkornede tailings. I andre tilfælde deponeres de i dynger. Anvendelse som tilbagefyld er ofte ikke en holdbar løsning.
- Blandt de uheldsforebyggende foranstaltninger kan nævnes: overvågningsrutiner, drifts-, overvågnings- og vedligeholdelsesmanualer, uafhængige audits, vandbalancer, landsækningsmålinger, ekstern ekspertgennemgang af planer, brug af piezometre og klinometre samt seismisk overvågning.

Af nedenstående liste fremgår nogle af de vigtigste forhold inden for stenaffaldshåndtering:

- I undergrundsbrud forbliver stenaffaldet normalt under jorden.
- Som det er tilfældet med tailings, rummer stenaffald fra grundmetaludvindingsaktiviteter en risiko for, at der dannes surt drænvand (ARD). I nogle anlæg deponerer man stenaffald med og uden ARD-risiko hver for sig. Stenaffald uden ARD-risiko bruges enten som grus, til dæmnings- eller vejkonstruktion inden for anlægget eller deponeres i dynger. Efter lukning

dækkes ARD-genererende stenaffaldsdynger med specialfremstillede tørre dæklag, der skal hindre ARD.

- Stenaffald fra et enkelt jernudvindingsanlæg deponeres i dynger sammen med de grovkornede tailings.
- Stenaffald fra guldminer deponeres i dynger, bruges til opførelse af dæmninger eller fyldes tilbage i det åbne brud.
- I nogle industrimineralanlæg bruges stenaffaldet som tilbagefyld eller sælges som grus.
- I mange kulminer deponeres stenaffaldet i dynger sammen med de filtrerede, finkornede tailings. Den endelige udformning af dyngerne aftales med myndighederne og lokalsamfundet med det formål at få integreret disse strukturer i landskabet.

Emissions- og forbrugsniveauer

Det meste procesvand føres tilbage fra tailingshåndteringsanlægget til mineraloparbejdningsfabrikken, men man skal passe på ophobning af reagenser.

På grund af store variationer i mineralogi, minedrift og mineraloparbejdningsmetoder og forholdene i anlægget er det umuligt at sammenfatte emissioner og forbrug yderligere. Dog har mange anlæg oplyst sådanne tal, hvilket fremgår af kapitel 3. Tallene omfatter normalt data for vandbrug og mængden af genbrugt procesvand, vandbalancer, reagensforbrug, støvemissioner og oplysninger om udledning til vand.

Omkostninger

I kapitel 3 er der medtaget eksempler på omkostninger ved tailings- og stenaffaldshåndtering i forbindelse med drift og nedlukning.

Teknikker, der skal overvejes ved fastlæggelse af BAT

Kapitel 4 indeholder detaljerede oplysninger, der anvendes til at fastlægge den bedste tilgængelige teknik (BAT) til håndtering af tailings og stenaffald fra minedrift.

Målet var at samle oplysninger nok til at vurdere anvendeligheden af de pågældende teknikker generelt eller i særlige tilfælde. Oplysningerne i dette kapitel er afgørende for fastlæggelsen af BAT.

Fra kapitel 5 krydshenvises der desuden til de teknikker, der vurderes til at være de bedste tilgængelige. Dokumentets læsere henvises dermed til diskussionen om de relevante teknikker, der er omfattet af BAT-konklusionerne, hvilket kan være dem til hjælp, når de skal fastlægge de BAT-baserede betingelser for at udstede en godkendelse.

Nogle af teknikkerne i kapitel 4 er af teknisk art, mens andre handler om god driftsskik, herunder håndteringsteknik. Teknikkerne er inddelt i følgende fire grupper:

- generelle principper: gode håndteringsprincipper, håndteringsstrategier og risikostyring, alt sammen med det formål at tilvejebringe en generel baggrund for en vellykket tailings- og stenaffaldshåndtering.
- livscyklusstyring: yderligere nedbringelse af risikoen for sammenbrud, hvis operatøren overholder sin pligt til nøje og i tilstrækkeligt omfang at anvende hensigtsmæssige, tilgængelige teknikker til udformning, drift og nedlukning af tailings- og stenaffaldshåndteringsanlæg gennem hele disses driftsperiode. Blandt de centrale elementer i god konstruktionsteknik kan nævnes etablering af en miljømæssig bundlinje, karakterisering af tailings og stenaffald, anvendelse af manualer og audits vedrørende dæmningssikkerhed samt nedlukningsplanlægning fra begyndelsen.
- forebyggelse og bekæmpelse af emissioner:

- ARD-håndtering: Der findes en række forebyggelses-, bekæmpelses- og rensningsmuligheder (f.eks. dæklag, tilsætning af bufferminerale og aktiv/passiv behandling), som er udviklet til potentielt ARD-dannende tailings og stenaffald, og som kan anvendes såvel under drift som i minens nedlukningsfase.
- teknikker til at reducere reagensforbruget: Der findes flere forskellige tilgængelige metoder til reduktion af reagensforbruget, dvs. computerbaseret overvågning af kvaliteten af det tilførte materiale, driftsmæssige strategier til minimering af cyanidtilsætningen og forhåndssortering af materialet til mineraloparbejdningsanlægget.
- forebyggelse af vanderosion: Vanderosion af tailings- eller stenaffaldshåndteringsanlæg kan undgås, ved at man tildækker skråningerne eller fremmer partikelbinding.
- støvforebyggelse: Støvudledning sker primært fra bredderne omkring tailingsdamme, de udvendige dæmnings- og dyngeskråninger samt i forbindelse med transport af tailings og stenaffald. En mulig teknik til hindring af støvudledning er at holde bredderne omkring tailingsdammene og dæmnings- og dyngeskråninger våde.
- teknikker til nedbringelse af støjforurening: De mest almindelige støjkilder er transport, dumping og spredning, når der arbejdes med lastbiler og transportbånd. Støjforurening fra lastbiler kan reduceres ved hjælp af opstilling af støjværn mellem dumpingområdet og beboelsesområder.
- progressiv genopbygning/genplantning: Dynger og dæmninger bliver ofte genopbygget/genplantet i driftsperioden. Det giver bl.a. den fordel, at lukningsperioden bliver desto kortere.
- vandregnskab: Det er vigtigt at opstille en detaljeret vandbalance af hensyn til udformningen af tailingsdamme, mineanlæg og landskabet efter nedlukning af anlæg. Dette vandregnskab kan være bestemmende for dammens udledningskapacitet og det nødvendige fribord (hvis vandet fra dammen ikke kan frigives direkte til recipientvandløbet). Ved nedlukning vurderes vandregnskabet, så nedlukningsplanerne kan iværksættes.
- dræning af damme: I impermeable damme kan et drænsystem være påkrævet, for at procesvandet kan genbruges og den nødvendige damstørrelse reduceres.
- fritvandshåndtering: Hvis det frie vand i dammen ikke udledes direkte i de omkringliggende naturlige vandløb, er det nødvendigt at arrangere deponeringen således, at alt frit vand returneres til anlægget eller, under tørre, varme klimaforhold, fordampes.
- drænvandshåndtering: Det er en forudsætning for konstruktion af drænvandssystemer, at der findes en grundig forståelse af anlæggets hydrogeologiske baggrund. I nogle tilfælde kan dannelsen af drænvand forhindres. I andre situationer opsamles drænvandet eller det får lov at sive ned i grundvandet, forudsat vandkvaliteten er god nok.
- teknikker til nedbringelse af udledning til vand: Udledninger til vand kan forhindres ved at genbruge procesvand. Hvis dette ikke er muligt, kan spildevandet vise sig at være surt eller alkalisk, indeholde opslæmmede faste stoffer, opløste bestanddele eller metaller (f.eks. arsen) eller proceskemikalier (f.eks. cyanid). Rensningsteknikkerne vil afhænge af spildevandets indhold.
- grundvandsovervågning: Normalt overvåges grundvandet altid rundt om tailings- og stenaffaldsområder. Det gælder både grundvandsstanden og vandkvaliteten.
- uheldsforebyggelse:
 - tailings- eller stenaffaldshåndtering i en mine: For at hindre sammenbrud i dæmninger eller dynger er det bedst at opføre et tailings- eller stenaffaldshåndteringsanlæg i en passende nærliggende mine, da der så ikke bliver problemer med stabiliteten i en dæmning/dyng.
 - afledning af naturlig afstrømning: Et afledningssystem har afgørende betydning for sikkerheden i en tailingsdæmning. Brud hvor som helst kan føre til, at der strømmer vandmængder ind i det inddæmmede område, som det ikke er konstrueret til at rumme, og at der dermed opbygges en overfyldning med risiko for et fuldstændigt dæmningsbrud.
 - forberedelse af den naturlige undergrund under dæmningen: Den naturlige grund under dæmningen bliver sædvanligvis rensset for al vegetation og muld for at skabe så godt et fundament som muligt for anlægget.

- dæmningsbyggemateriale: Den vigtigste faktor i valget af dæmningsbyggemateriale er, at materialet er egnet til formålet og ikke svækkes under de givne driftsforhold eller klimatiske betingelser.
- tailingsdeponering: Korrekt deponering af tailings, navnlig i våd form, vil altid være afgørende for anlæggets stabilitet. Normalt hældes de våde tailings ned ad skråningerne fra dæmningsens krone i så jævn en fordeling som muligt rundt om dæmningen for at skabe en "strandbred" af tailings rundt om det inddæmmede område.
- teknikker til opførelse og forhøjelse af dæmninger: Tailingsdæmninger blev før i tiden opført af grovkornede tailings, og det kan bestemt stadig være en hensigtsmæssig måde at indeslutte tailings i slamform på. Imidlertid kan malmkvaliteten variere i løbet af minens driftsperiode, og oparbejdningsmetoden kan ændre sig, hvorfor tailingsegenskaberne også forandres. Det er således en vanskelig opgave at sikre kvalitetsstyring gennem en mines samlede driftsperiode. Tendensen går derfor i retning af at opføre de nederste lag i dæmningen og ofte også de højere lag ved hjælp af opfyldningsmateriale, hvis kvalitet man lettere kan overvåge, mens dæmningen bliver bygget. Imidlertid er det ikke kun materialetypen, der er vigtig for opførelsen af tailingsdæmninger, det er placeringen og komprimeringen af det rigtige byggemateriale også, hvis man skal sikre stabiliteten på langt sigt. De almindeligste dæmningstyper er konventionelle dæmninger eller dæmninger, der opføres efter opstrøms-, nedstrøms- eller centerlinjemetoden.
- fritvandshåndtering, fribord, nødtømning og fastlæggelse af dimensionsgivende minimumsafstrømning: Teknikkerne til afledning af frit vand omfatter overfald, åbne kanaler, omløbstårne og omløbsbrønde. Disse er sammen med opretholdelse af et tilstrækkeligt fribord og gode nødtømningssystemer helt nødvendige for at hindre uheld som f.eks. overstrømning fra dæmningen.
- dræning af dæmninger: Permeable dæmninger er opført efter det princip, at udsivningen gennem dæmningen skal afledes langt under den udvendige dæmningsfod. Det kan gøres ved hjælp af et indvendigt dræningssystem, dvs. at dræningsområdet ligger under det inddæmmede areal. Ikke-permeable dæmninger har lignende dræningssystemer, der skal hindre det vand, der siver ud gennem kernen, i at erodere dæmningsens kerne og udvendige skråninger.
- drænvandsovervågning: Kontrolleret udsivning af drænvand gennem dæmningen sikrer stabilitet ved at sænke poretrykket over dæmningen. Det er imidlertid afgørende, at udsivningen kontrolleres og håndteres korrekt af hensyn til såvel den daglige miljøindsats som indsatsen for at forebygge uheld.
- stabilitet i dæmninger og dynger: Et vigtigt formål med stabilitet i dynger og dæmninger er sikkerhedsfaktoren, dvs. forholdet mellem den tilgængelige forskydningsstyrke og forskydningsspændingen.
- teknikker til overvågning af dæmnings- og dyngestabilitet: Grundlaget for al overvågning er, at der er udformet en overvågningsplan. Overvågningen består af en række målinger, der udføres med bestemte intervaller. Den samlede overvågningsplan indeholder typisk også planer for inspektion og audits. Endnu en faktor, der påvirker stabiliteten i dæmninger og dynger, er stabiliteten i de understøttende lag, dvs. den grund, som dæmningen eller dyngen er opført på.
- cyanidhåndtering: Ud over at rense tailings fra cyanidudludning består cyanidhåndtering generelt også af en lang række sikkerhedsforanstaltninger mod uheld. Anlæggets udformning omfatter også adskillige tekniske løsninger til forebyggelse af uheld.
- afvanding af tailings: Den største ulempe ved håndtering af tailings i slamform er deres mobilitet. Hvis indfatningsstrukturen (dvs. dæmningen) bryder sammen, kan tailings blive flydende og forårsage store skader på grund af deres fysiske og kemiske egenskaber. For at undgå dette problem er der udviklet to alternativer: tørre tailings og koncentrerede tailings.
- indskrænkning af påvirkningsområdet: En effektiv måde at reducere sporene fra tailings- og stenaffaldshåndteringsanlæg på er at tilbagefylde alle eller nogle af disse materialer. Af andre muligheder kan nævnes undervandshåndtering af tailings, dvs. deponering i havet eller eventuelle andre anvendelsesmuligheder for tailings og stenaffald.

- afbødning af uheld: Der er to værktøjer til afbødning af uheld, nemlig nødplaner og evaluering og opfølgning af indtrufne uheld.
- miljøstyringsværktøjer: Miljøstyringssystemer er et nyttigt redskab i indsatsen for at bekæmpe forurening fra industriaktiviteter generelt.

BAT til tailings- og stenaflaldshåndtering inden for minedrift

I BAT-kapitlet (kapitel 5) opregnes de teknikker, der vurderes til at være de bedste tilgængelige på grundlag af de oplysninger, der gives i kapitel 4, og under hensyntagen til definitionen af "best available techniques" samt betragtningerne i bilag IV i IPPC-direktivet (se Indledning).

BAT-kapitlet er opdelt i en generel del, der gælder alle anlæg, hvor der håndteres tailings og stenaflald, og en specifik del vedrørende bestemte mineraler.

Beslutninger, der vedrører tailings- og stenaflaldshåndtering, træffes på baggrund af miljøindsats, risiko og økonomisk holdbarhed, hvor risikoen er en anlægsspecifik faktor.

For fuldstændighedens skyld anføres alle BAT-konklusionerne her.

Generel BAT

Den bedste tilgængelige teknik er at:

- anvende de generelle principper beskrevet i pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**
- anvende en livscyklusstyringstilgang som beskrevet i pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**

Livscyklusstyring dækker alle faser i et anlægs levetid, herunder:

- designfasen (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**):
 - den miljømæssige bundlinje (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - karakterisering af tailings og stenaflald (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - undersøgelser og planer vedrørende tailingshåndteringsanlæg (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), der omfatter følgende aspekter:
 - dokumentation for valg af placering
 - vurdering af miljøpåvirkning
 - risikovurdering
 - nødberedskabsplan
 - deponeringsplan
 - vandregnskab og vandhåndteringsplan samt
 - nedlukningsplan
 - design af tailingshåndteringsanlæg og tilhørende strukturer (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - bekæmpelse og overvågning (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- konstruktionsfasen (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- driftsfasen (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), herunder:
 - drifts-, overvågnings- og vedligeholdelsesmanualer (Pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - audits (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- nedluknings- og efterbehandlingsfasen (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), herunder:
 - langsigtede nedlukningsmål (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - specifikke nedlukningsspørgsmål (Pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) vedrørende
 - dynger

- damme, herunder
 - vanddækkede damme
 - afvandede damme
 - vandbehandlings- og -renseanlæg

Den bedste tilgængelige teknik er desuden at:

- reducere reagensforbruget (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- forebygge vanderosion (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- forebygge støvemission (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- føre et vandregnskab (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) og anvende resultaterne til at udfærdige en vandforvaltningsplan (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- anvende fritvandshåndtering (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- overvåge grundvandet rundt om tailings- og stenaflaldshåndteringsanlæg (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)

ARD-håndtering

Karakteriseringen af tailings og stenaflald (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** samt bilag 4) omfatter bestemmelse af risikoen for syredannelse fra tailings og/eller stenaflald. Hvis der er risiko for syredannelse, er det den bedste tilgængelige teknik først og fremmest at hindre ARD-dannelse (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), og hvis det ikke kan lade sig gøre, at kontrollere ARD-påvirkningen (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) eller at anvende rensningsmuligheder (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**). Det sker ofte, at man anvender en kombination af teknikkerne (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**).

Alle teknikker til forebyggelse, kontrol og rensning kan anvendes på eksisterende såvel som nye anlæg. Det bedste nedlukningsresultat opnås dog, når der udarbejdes planer for nedlukningen allerede fra starten (designfasen) af driftsperioden (vugge-til-grav-tanken).

Hvor anvendelige de forskellige muligheder er afhænger primært af de specifikke forhold i anlægget. Faktorer som:

- vandbalance
- tilgængeligt dæklagsmateriale
- grundvandsstand

påvirker de muligheder, der kan være egnet til et givet anlæg. I pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** omtales et værktøj til valg af det bedste nedlukningsalternativ.

Drænvandshåndtering (pkt. Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.)

Et tailings- eller stenaflaldshåndteringsanlæg skal helst placeres således, at det ikke er nødvendigt med en bundmembran. Hvis det imidlertid ikke er muligt, og drænvandskvaliteten er skadelig og/eller gennemstrømningshastigheden høj, skal udsivningen forhindres, reduceres (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) eller kontrolleres (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) (angivet i prioriteret rækkefølge). Ofte anvender man en kombination af disse foranstaltninger.

Udledning til vand

Den bedste tilgængelige teknik er at:

- genbruge procesvand (se pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- blande procesvand med andre udledninger, der indeholder opløste metaller (se pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- anlægge sedimenteringsdamme til at opfange eroderede finkornede restprodukter (se pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)

- fjerne opslæmmede faste stoffer og opløste metaller før udledning af spildevandet til recipientvandløbene (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- neutralisere alkalisk spildevand med svovlsyre eller kuldioxid (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- fjerne arsen fra minespildevandet ved at tilsætte jernsalte (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**).

De respektive punkter i kapitel 3 om emissioner og forbrug giver eksempler på de opnåede niveauer. Der kan ikke etableres en sammenhæng mellem de anvendte teknikker og de tilgængelige emissionsdata. Det har derfor ikke været muligt i dette dokument at uddrage BAT-konklusioner med de tilhørende emissionsniveauer.

Følgende teknikker er de bedste tilgængelige til behandling af surt spildevand (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**):

- aktiv behandling:
 - tilsætning af kalk (calciumcarbonat), læsket kalk eller brændt kalk
 - tilsætning af kaustisk soda til ARD med et højt manganindhold
- passiv behandling:
 - kunstige vådområder
 - åbne kalkstenskanaler/afløbskanaler af anoxisk kalk
 - afledningsbrønde.

Passive behandlingssystemer efter nedlukning af et anlæg er ganske vist en løsning på langt sigt, men kun, når de bruges som finpudsningsteknik i tillæg til andre (forebyggende) foranstaltninger.

Støjmissioner (pkt. Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.)

Den bedste tilgængelige teknik er at:

- anvende kontinuert arbejdsmateriel (f.eks. transportbånd og rørledninger)
- indkapsle remtræk i områder, hvor støj er et lokalt miljøforhold
- anlægge dyngens ydre skrån timer først og siden flytte ramper og arbejdsafsatser ind midt i dyngen så vidt som muligt

Dæmningsdesign

Udover de foranstaltninger, der beskrives i pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** og pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**, er de bedste tilgængelige teknikker i **designfasen** af en **tailingsdæmning** at:

- anvende en 100-års-oversvømmelse til dimensionering af nødtømningskapaciteten for en lavrisikodæmning
- anvende en 5.000-10.000-års-oversvømmelse til dimensionering af nødtømningskapaciteten for en højrisikodæmning.

Dæmningsbygning

I tillæg til de foranstaltninger, der beskrives i pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** og pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**, er de bedste tilgængelige teknikker i **konstruktionsfasen** (Pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) af en **tailingsdæmning** at:

- fjerne al vegetation og muld fra den naturlige grund under dæmningen (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- vælge et dæmningsbyggemateriale, som er egnet til formålet, og som ikke svækkes under de givne driftsforhold eller klimatiske betingelser (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**).

Dæmningsforhøjelse

I tillæg til de foranstaltninger, der beskrives i pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** og pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**, er de bedste tilgængelige teknikker i **konstruktionsfasen og driftsfasen** (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** og **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) af en **tailingsdæmning** at:

- vurdere risikoen for et for højt poretryk og overvåge poretrykket før og under hver forhøjelse. Vurderingen bør foretages af en uafhængig ekspert.
- bruge konventionelle dæmningstyper (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), når:
 - tailings ikke egner sig til dæmningsbygning
 - inddæmningen skal bruges til opbevaring af vand
 - tailingshåndteringsanlægget er placeret fjernt og utilgængeligt
 - det er nødvendigt at tilbageholde tailingsvandet i en længere periode med henblik på nedbrydning af giftstoffer (f.eks. cyanid)
 - den naturlige tilstrømning til inddæmningen er stor eller kan variere meget, og der skal lagres vand for at kontrollere den
- bruge opstrømsmetoden til dæmningsbygning (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), når:
 - der er en meget lille seismisk risiko
 - der bruges tailings som byggemateriale: mindst 40-60 % materiale med en kornstørrelse på mellem 0,075 og 4 mm i hele tailings (gælder ikke koncentrerede tailings)
- bruge nedstrømsmetoden til dæmningsbygning (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), når:
 - der er tilstrækkeligt med dæmningsbyggemateriale til rådighed (f.eks. tailings eller stenaffald)
- bruge centerlinjemetoden til dæmningsbygning (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), når:
 - der er en lille seismisk risiko.

Dæmningsdrift

I tillæg til de foranstaltninger, der beskrives i pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** og pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**, er de bedste tilgængelige teknikker i **driftsfasen** (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) af en **tailingsdam** at:

- overvåge stabiliteten som specificeret i det følgende
- anlægge afledningssystemer væk fra dammen, så enhver udledning til dammen kan ledes væk, hvis der opstår vanskeligheder
- anlægge alternative afledningsanlæg, eventuelt over i en anden inddæmning
- sørge for ekstra omløbsanlæg (f.eks. nødoverløb pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) og/eller standby-pumpeskibe til nødstilfælde, hvor fritvandsspejlet i dammen når det prædimensionerede minimale fribord (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- måle bevægelser i undergrunden med dybtgående klinometre og undersøge poretryksforhold
- anlægge tilstrækkelige dræningssystemer (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- føre arkiver over design og konstruktion og fornyelser og ændringer heraf
- vedligeholde en dæmningsikkerhedsmanual som beskrevet i pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** kombineret med uafhængige audits som nævnt i pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**
- sørge for løbende uddannelse af medarbejderne.

Fjernelse af frit vand fra dammen (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)

Den bedste tilgængelige teknik er at:

- anlægge overfald i den naturlige undergrund i forbindelse med damme anlagt i eller uden for en dal
- bruge et omløbstårn:

- i koldt klima med positiv vandbalance
- til indhegnede damme
- bruge en omløbsbrønd:
 - i varmt klima med negativ vandbalance
 - til indhegnede damme
 - hvis der skal være et højt fribord under drift.

Afvanding af tailings (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)

Valget af metode (slamform, koncentreret eller tør) afhænger primært af udfaldet af vurderingen af følgende tre faktorer:

- omkostning
- miljøvenlighed
- sammenbrudsrisiko.

Den bedste tilgængelige teknik er at anvende håndtering af:

- tørre tailings (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- koncentrerede tailings (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) eller
- tailings i slamform (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**).

Der er mange faktorer, som påvirker valget af de mest hensigtsmæssige teknikker til et givet anlæg. Heraf kan nævnes:

- malmens mineralogi
- malmens værdi
- kornfordeling
- tilgængeligt procesvand
- klimatiske forhold
- plads til rådighed til tailingshåndtering.

Drift af tailings- og stenaffaldshåndteringsanlæg

I tillæg til de foranstaltninger, der beskrives i pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** og pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**, er de bedste tilgængelige teknikker i driftsfasen (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) af ethvert **tailings- og stenaffaldshåndteringsanlæg** at:

- aflede naturlig ydre afstrømning (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- deponere tailings eller stenaffald i gruber (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**). I så fald behøver man ikke tænke på stabiliteten i dyngen/dæmningskråningen
- anvende en sikkerhedsfaktor på mindst 1,3 på alle dynger og dæmninger under driften (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- udføre progressiv genopbygning/genplantning (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**).

Stabilitetsovervågning

Den bedste tilgængelige teknik er at:

- overvåge en tailingsdam/-dæmning (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) med hensyn til:
 - vandstand
 - kvalitet og kvantitet af det drænvand, der siver gennem dæmningen (også pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - grundvandsspejlets niveau
 - poretrykket
 - bevægelser i dæmningskrone og tailings

- seismicitet for at sikre stabilitet i dæmningen og de understøttende lag (også pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- dynamisk poretryk og fordråbning
- jordbundsmekanik
- tailingsplaceringsprocedurer
- sikre overvågning indvendigt i dyngen (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) af:
 - afsats-/skråningsgeometri
 - dræning under ramper
 - poretrykket
- og tillige i følgende konstruktioner at udføre:
 - i tailingsdamme/-dæmninger:
 - visuelle inspektioner (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - årlig gennemgang (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - afhængige audits (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** og pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - sikkerhedsvurdering af eksisterende dæmninger (SEED) (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - i dynger:
 - visuelle inspektioner (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - geoteknisk gennemgang (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - uafhængige geotekniske audits (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)

Afbødning af uheld

Den bedste tilgængelige teknik er at:

- udforme en beredskabsplan (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- evaluere og følge op på uheld (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- overvåge rørledninger (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)

Indskrænkning af påvirkningsområdet

Den bedste tilgængelige teknik er at:

- forebygge og/eller reducere genereringen af tailings/stenaffald så vidt muligt (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- tilbagefylde tailings (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), når:
 - det er nødvendigt med fyldmateriale som led i udvindingsteknikken (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - tillægsomkostningen for tilbagefyldning kompenseres rigeligt af den mere udbytterige malmudvinding
 - der er tale om åbne brud, og tailings let udvandes (dvs. fordampning og dræning, filtrering), hvorved tailingshåndteringsanlægget kan reduceres i størrelse eller helt undværes (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**, **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**, **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** og **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - man kan anvende nærliggende nedlagte åbne brud, hvis der er plads til fyldmateriale i dem (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - der er plads til tilbagefyldning i store trappeformede afgravninger i underjordiske miner (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**). Hvis de trappeformede afgravninger fyldes med tailings i slamform, skal de drænes (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**). Der skal måske også tilsættes bindemidler for at øge stabiliteten (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- tilbagefulte tailings i form af fyldmasse (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), hvis betingelserne for tilbagefyldning er opfyldt, og såfremt:
 - der er behov for kompetent fyldmateriale

- tailings er meget finkornede, så der kun ville være en lille mængde materiale til rådighed til hydraulisk fyldmateriale. I så fald ville den store mængde finkornede tailings, der udledes i dammen, afvandes meget langsomt.
- det er ønskeligt at holde minen fri for vandindtrængen eller, hvis dette er dyrt, at bortpumpe det vand, der siver ud af de deponerede tailings (dvs. over en længere strækning)
- tilbagefylde stenaffald (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), når:
 - det kan deponeres som fyldmateriale i en underjordisk mine
 - der findes en eller flere nærliggende nedlagte åbne brud (benævnes sommetider "transfer mining")
 - aktiviteterne i det åbne brud udføres på en sådan måde, at det er muligt at tilbagefylde stenaffaldet uden at forstyrre minedriften
- undersøge alternative anvendelsesmuligheder for tailings og stenaffald (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**).

Lukning og efterbehandling

I tillæg til de foranstaltninger, der beskrives i pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** og pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**, er de bedste tilgængelige teknikker i nedluknings- og efterbehandlingsfasen (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) af ethvert tailings- og stenaffaldshåndteringsanlæg at:

- udarbejde nedluknings- og efterbehandlingsplaner allerede i minedriftens planlægningsfase, inkl. omkostningsoverslag, og derefter løbende opdatere dem (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**). Kravene til genopbygning ændres imidlertid i løbet af minens samlede levetid og kan først vurderes præcist i tailings- og stenaffaldshåndteringsanlæggets nedlukningsfase.
- anvende en sikkerhedsfaktor på mindst 1,3 for dæmninger og dynger efter lukning (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** og **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**), omend der ikke hersker enighed om vand som dæklag (se kapitel **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**).

Den bedste tilgængelige teknik i nedluknings- og efterbehandlingsfasen af tailingsdamme er at opføre dæmningerne således, at de forbliver stabile på langt sigt, hvis man vælger vand som dæklag til nedlukningen (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**).

Cyanidudludning til udvinding af guld

Ud over de generelle foranstaltninger, der gælder alle anlæg, hvor man anvender cyanidudludning til guldudvinding, er den bedste tilgængelige teknik at:

- nedbringe anvendelsen af cyanid ved at iværksætte:
 - driftsmæssige strategier for minimering af cyanidtilsætningen (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - automatisk cyanidregulering (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
 - forbehandling med peroxid, hvis det er muligt (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- destruere det resterende frie cyanid med henblik på udledning til dammen (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**). **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** rummer eksempler på cyanidniveauer, der er opnået på et antal europæiske anlæg.
- anvende følgende sikkerhedsforanstaltninger (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**):
 - dimensionere cyaniddestruktionskredsløbet, så kapaciteten er dobbelt så stor som det faktiske krav
 - installere et backupsystem til kalktilsætningen
 - installere nødstrømsgeneratorer.

Aluminium

Foruden de generelle foranstaltninger, der gælder alle aluminiumsraffinaderier, er den bedste tilgængelige teknik at gøre følgende:

- under drift:
 - undgå udledning af spildevand til overfladevand. Dette kan ske ved at genbruge procesvandet i raffinaderiet (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) eller i kraft af fordampning i tørt klima.
- i efterbehandlingsfasen (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**):
 - behandle overfladeafstrømningen fra tailings- og stenaflaldshåndteringsanlæg for at nedsætte indholdet af kemiske stoffer til så lave koncentrationer, at det kan udledes til overfladevand
 - vedligeholde adgangsveje, drænsystemer og vegetationsdække (herunder genplantning om nødvendigt)
 - fortsætte med prøvetagning af grundvandskvaliteten.

Potaske

Foruden de generelle foranstaltninger, der gælder alle potaskeanlæg, er den bedste tilgængelige teknik at gøre følgende:

- gøre grunden under tailings- og stenaflaldshåndteringsanlægget impermeabel, hvis den naturlige jordbund ikke er det (Pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- reducere støvemissioner fra transportbåndsaktiviteter (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- forsegle/fore dyngens fod uden for det impermeable midterområde og indsamle afstrømningsvandet (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- tilbagefylde tailings, der er tørre og/eller i slamform, i store trappeformede afgravninger (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**).

Kul

Foruden de generelle foranstaltninger, der gælder alle kulmineanlæg, er den bedste tilgængelige teknik at gøre følgende:

- forebygge udsivning (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- afvande finkornede tailings <0,5 mm fra flotationsprocessen (pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**).

Miljøstyring

En række miljøstyringsteknikker fastlægges som BAT. Omfanget (f.eks. detaljeringsgraden) og arten af miljøstyringssystemet (f.eks. standardiseret eller ikke-standardiseret) hænger generelt sammen med anlæggets art, størrelse og kompleksitet samt den miljøpåvirkningsgrad, det måtte have.

Den bedste tilgængelige teknik er at indføre og følge et miljøstyringssystem, hvori der alt efter de pågældende omstændigheder er indarbejdet følgende elementer: (se kapitel **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)

- topledelsen definerer en miljøpolitik for anlægget (topledelsens forpligtende engagement betragtes som en forudsætning for en vellykket gennemførelse af andre elementer i miljøstyringssystemet)
- planlægning og etablering af de nødvendige procedurer
- indførelse af procedurerne med særlig opmærksomhed rettet mod
 - struktur og ansvar
 - undervisning, bevidsthed og kompetence
 - kommunikation
 - medarbejderinddragelse
 - dokumentation
 - effektiv proceskontrol

- vedligeholdelsesprogram
- nød- og beredskabsplaner
- sikre overensstemmelse med miljølovgivningen
- tjek af det opnåede resultat og iværksættelse af korrigerende handlinger med særlig opmærksomhed rettet mod
 - overvågning og måling (se også referencedokumentet om overvågning af emissioner(henvis til den korrekte danske oversættelse af dokumentets titel))
 - korrigerende og forebyggende foranstaltninger
 - vedligeholdelse af dokumenter
 - afholdelse af uafhængig (hvor det er praktiserbart) intern audit for at fastslå, om miljøstyringssystemet er i overensstemmelse med de planlagte ordninger og er blevet korrekt gennemført og vedligeholdt
- topledelsens gennemgang.

Der findes yderligere tre elementer, der kan supplere de førnævnte trinvis, og de betragtes som støtteforanstaltninger. Hvis de ikke iværksættes, er det dog normalt ikke uforeneligt med den bedste tilgængelige teknik. De tre supplerende trin er at:

- sikre, at et akkrediteret certificeringsorgan eller en ekstern miljøverifikator gennemgår og bekræfter miljøstyringssystemet og auditproceduren
- indføre, at der regelmæssigt udarbejdes og offentliggøres en (eventuelt eksternt bekræftet) miljøredegørelse, som beskriver alle anlæggets vigtige miljøforhold og gør det muligt at sammenligne resultaterne fra år til år med miljømålene og de relevante sektorbestemte benchmarks
- beslutte at indføre og følge et internationalt accepteret frivilligt system som f.eks. EMAS og EN ISO 14001:1996. En sådan frivillig foranstaltning kan højne miljøstyringssystemets troværdighed. Navnlig EMAS (Miljøledelse og Miljørevision), som rummer alle førnævnte elementer, giver en større troværdighed. Ikke-standardiserede systemer kan dog i princippet være lige så effektive, forudsat at de er korrekt designet og indført.

Specielt for håndtering af tailings og stenaffald er den bedste tilgængelige teknik at anvende et integreret risiko/sikkerheds- og miljøstyringssystem. Derfor skal miljøledelse udvikles og udføres i sammenhæng med den i pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** beskrevne risikovurdering/-styring og den i pkt. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** beskrevne drifts-, overvågnings- og vedligeholdelsesmanual.

Nye teknikker

I kapitel 6 omtales seks nye teknikker, der endnu ikke er blevet anvendt kommercielt, og som stadig er i forsknings- eller udviklingsfasen. Det drejer sig om:

- samdeponering af tailings og stenaffald fra jernmalm
- hæmning af ARD-dannelse
- cyanidgenvinding ved hjælp af membranteknologi
- cellelinier
- anvendelse af rødt slam til afhjælpning af problemer med ARD- og metalforurening
- kombination af SO₂/luft og hydrogenperoxid til cyaniddestruktion.

De seks teknikker nævnes her for at kunne blive taget med i overvejelserne ved kommende revisioner af dokumentet.

Konkluderende bemærkninger

Informationsudvekslingen

Branchen selv og tilladelsesmyndighederne har leveret mange dokumenter som grundlag for de oplysninger, der indgår i dette dokument. Hovedhjørnestenene i nærværende BAT-dokument må siges at være bulletinerne fra "International Commission on Large Dams" (ICOLD) om tailingshåndtering, det canadiske dokument "Guide to the management of tailings facilities" og det finske dokument "Dam safety code of practice".

Mængden og kvaliteten af dataene i nærværende dokument afslører en ubalance, idet der kun er fremskaffet få oplysninger om de faktiske forbrugs- og emissionsniveauer i anlæg til håndtering af tailings og stenaffald fra industrimineraludvinding.

Emissionsdata for metalaktiviteter er baseret på enkeltanlæg. Der kan ikke etableres en sammenhæng mellem de anvendte teknikker og de tilgængelige emissionsdata. Derfor har det ikke været muligt at drage konklusioner om den bedste tilgængelige teknik med tilhørende emissionsniveauer.

Opnået grad af konsensus

Med en høj grad af konsensus kunne man på det endelige plenarmøde i november 2003 drage konklusionerne af arbejdet. En enkelt afvigende holdning blev udtrykt i henseende til sikkerhedsfaktoren for langtidstable dæmninger med vådt dæklag.

Anbefalinger til det fremtidige arbejde

Resultatet af denne informationsudveksling, dvs. nærværende dokument, udgør et vigtigt fremskridt mod nedbringelse af den daglige forurening og forebyggelse af uheld fra tailings- og stenaffaldshåndteringsanlæg. På nogle få områder er oplysningerne dog ufuldstændige, hvilket umuliggør en BAT-konklusion. Det fremtidige arbejde kunne med fordel koncentreres om indsamling af information om følgende emner:

- udvidelse af arbejdets afgrænsning for at tage hensyn til alle typer mineaffald og inddrage eksempler og teknikker fra andre mineraludvindingsområder
- mere detaljeret information om generering af tailings og stenaffald
- BAT-relaterede emissionsniveauer for spildevandsbehandling og cyaniddestruktion
- undervandshåndtering af tailings i havvand
- økonomiske data for mange af de i kapitel 4 omtalte teknikker
- karakterisering af tailings og stenaffald:
 - inkludere flere internationale og nationale standarder i bilag 4
 - udvikle en standardmetode til karakterisering af stenaffald og tailings
- flere data om resultaterne af tailingskoncentreringsteknikken
- nye teknikker til oprydning efter cyanidanvendelse.

Desuden kan det blive nødvendigt at fortsætte arbejdet af den yderligere grund, at BAT-dokumentet skal tilpasses anvendelsesområdet for direktivet om håndtering af affald fra udvindingsindustrien, når dette er vedtaget.

Forslag til emner for fremtidige forsknings- og udviklingsprojekter

Informationsudvekslingen har også afsløret en række områder, hvor der kunne tilvejebringes yderligere nyttig viden gennem forsknings- og udviklingsprojekter. Det drejer sig om følgende emner:

- livscyklusstyring: Livscyklusstyring er afgørende for, om man kan sikre et højt sikkerhedsniveau og miljøpræstation i et givet anlæg. I øjeblikket findes der dog ingen økonomiske data, der viser, at det er økonomisk effektivt at drive en mine efter den fulde livscyklusmodel. Der er behov for forskning på området, så man ved hjælp af eventuelle eksisterende casestudies kan fastlægge de økonomiske konsekvenser af integreret livscyklusstyring i forbindelse med kortsigtede projekter (f.eks. for at beregne den maksimale indtjening under driften)
- cyanidnedbrydningsprodukters toksicitet: Toksiciteten i cyanid i sig selv er et veludforsket område. Men det ser ud til, at visse nedbrydningsprodukter også kan have toksikologisk betydning, og af hensyn til miljøpåvirkningen fra det spildevand, der udledes fra anlæg, hvor man anvender cyanid til udludning af guld, er der behov for at forske i cyanidnedbrydningsprodukternes toksicitet.

EU igangsætter og støtter gennem sine FTU-programmer en række projekter om rene teknologier, nye teknologier inden for spildevandsrensning og genvinding samt håndteringsstrategier. Disse projekter kan betyde nyttige bidrag til fremtidige revisioner af dette dokument. Læserne opfordres derfor til at informere det europæiske IPPC-kontor om ethvert forskningsresultat, som falder inden for dokumentets afgrænsning (se også indledningen).