



SWEDISH
ENVIRONMENTAL
PROTECTION
AGENCY

VERSION 1, 2026-10-07

Kunskapssammanställning om hantering och användning av sulfidjordar

Naturvårdsverket ger i denna PM en kort sammanställning av den kunskap som finns när det gäller sulfidjord, tillsammans med våra råd om hur den bör hanteras i samband med användning för att i tillräcklig grad ta hänsyn till människors hälsa och miljön. PM utgör ett komplement till Naturvårdsverkets vägledning om masshantering och användning av massor i anläggningsändamål.

1. Allmänt om sulfidjordar

Sulfidjordar är oftast finkorniga jordar (silt och lera) som är avsatta i en reducerande miljö och innehåller järnsulfider. Så länge förhållandena är reducerande, vilket i praktiken innebär att de ligger under grundvattenytan med begränsad tillförsel av syre, har de ofta svart färg och neutralt pH. Under sådana förhållanden orsakar sulfidjordarna i allmänhet inga problem. Om däremot förhållandena ändras så att sulfidjordarna hamnar ovanför grundvattenytan, schaktas upp, eller om oxiderande förhållanden uppkommer av annan anledning, kan aktiva sura sulfatjordar uppstå. Sura sulfatjordar är jordar där järnsulfider oxiderar och ger upphov till svavelsyra. Svavelsyrabildningen leder det till en kraftig sänkning av pH som i sin tur orsakar utlakning av metaller till grund- och ytvatten.

Orsaken till oxidation av sulfidjordar är vanligen att grundvattenytan på ett område sänks. Det kan ske permanent genom dikning, men kan också ske tillfälligt genom att grundvattenytan sjunker i samband med torrperioder under året. Oxidation kan också orsakas av att sulfidjordarna grävs ur och läggs upp ovanför grundvattenytan.

Sulfidjord/sura sulfatjordar anses ha en negativ påverkan på många vattendrag, bland annat i kustnära områden i Västerbotten och Norrbotten (Sohlenius m. fl. 2015), men även i södra Sverige (Åström m fl. 2024). Även människors hälsa kan påverkas genom hög metallexponering i områden med sura sulfatjordar (Fältmarsch m fl. 2008).

Naturvårdsverkets bedömning: Sulfidjordar har ofta dåliga geotekniska egenskaper. Detta medför att sulfidjordar ofta utgör ett avfall, som behöver både särskilda tekniska lösningar och miljömässiga skyddsåtgärder för att användas.

2. Definition, klassificering och undersökning av sulfidjordar

Det finns ingen allmänt vedertagen definition eller klassning av sulfidjordar (Boman m. fl. 2023). Gemensamt för när en jord anses vara en sulfidjord är dock att den innehåller reducerat svavel och järn. Typisk svavelhalt för sulfidjordar är mellan 1 000 och 20 000 mg/kg TS (Trafikverket 2022). Svavelhalt ger en fingervisning om jordens syrabildande förmåga, men den beror också på jordens buffringskapacitet. Genom att tidigt i byggprocessen identifiera och klassificera sulfidjordar kan en lämplig och hållbar hantering uppnås (Trafikverket, 2023).

Olika förslag på klassning eller bedömning av sulfidjord har presenterats (t ex Vägverket (2007), Trafikverket (2023), Boman m.fl. (2023), Mácsik m fl. (2025), SGF (2025)).

Naturvårdsverkets bedömning: I denna PM görs ingen fördjupning eller rekommendation om en viss metod, när det gäller klassificering eller bedömning av sulfidjordar. Det kan dock konstateras att egenskaperna hos olika sulfidjordar kan skilja sig åt när det gäller syrabildande egenskaper och en systematisk undersökning av aktuella jordars egenskaper är därför en nödvändig förutsättning för att kunna genomföra en tillräckligt väl underbyggd riskbedömning inför fortsatt hantering av sulfidjordar. I de allra flesta fall är det inte tillräckligt att bara använda sig av svavelhalt för att klassificera jorden.

3. Metoder för hantering av sulfidjordar

Generellt gäller att åtgärder, i enlighet med avfallshierarkin, bör prioriteras enligt följande ordning (Vägverket, 2007):

1. In situ-metoder, urgrävning undviks
2. Urgrävning med användning under grundvattenytan
3. Urgrävning med användning ovanför grundvattenytan
4. Urgrävning och deponering

Naturvårdsverket instämmer med denna prioriteringsordning.

I denna PM ligger fokus främst på användning av sulfidjord ovanför grundvattenytan och metoder som är lämpliga att använda för detta.

3.1. Användning under grundvattenytan

Placering av sulfidjord under grundvattenytan förhindrar oxidation. Om det är möjligt att placera sulfidjord under grundvattenytan är detta en kostnadseffektiv och väl beprövad metod därför och den metod som medför lägst miljöbelastning (Swerock 2020).

Naturvårdsverkets bedömning: Naturvårdsverket inställning är att uppläggning av sulfidjordsmassor under grundvattenytan är en metod som kan rekommenderas när detta är praktiskt möjligt, och under förutsättning att syretillförseln är låg. För att denna metod ska fungera praktiskt och för att det inte ska uppstå risker för miljön, behöver det vara säkerställt att nivån för grundvattenytan kommer att upprätthållas över tid, och inte riskerar sänkas eller fluktuera i alltför stor grad.

Naturvårdsverkets bedömning är att vid användning av sulfidjordar under grundvattenytan, kan kraven på efterkontroll vara lägre ställda än om användning av jordar sker ovan grundvattenytan och ske inom ramarna för verksamhetens egenkontroll.

3.2. Användning ovanför grundvattenytan

3.2.1. Placering ovanför grundvattenytan med enkel täckning

Placering ovanför grundvattenytan, innebär att sulfidjorden, i snabbare eller långsammare takt, kommer att oxidera. Att använda jord ovanför grundvattenytan innebär därför att skyddsåtgärder är nödvändiga. En form av skyddsåtgärder är att sulfidjorden täcks med andra jordmassor med syfte att undvika syreinträngning och uttorkning.

Uppläggning av sulfidjordar ovanför grundvattenytan, med en förhållandevis enkel täckning, kan till exempel göras i form av bullerskyddsvallar eller annan terrängmodellering, genom att sulfidjorden placeras i konstruktionens mitt och sedan täcks med leriga moränmassor eller annan jord som uppfyller funktionskrav på permeabilitet (genomsläpplighet).

Täckning av sulfidjord syftar till att uppnå en syrefattig miljö. Både syre och vatten tillåts nå sulfidjorden men i en begränsad omfattning. Målet är att oxidationen ska ske långsamt och efterlikna den naturliga oxidationsprocess som sker i ett område med sulfidjord (Trafikverket, 2025).

Täcklagret bör vara relativt tätt, men ändå släppa genom vatten för att hålla sulfidjorden fuktig. Om täckningen är för tät, så att inget regnvatten rinner genom täckskiktet, kommer den täckta sulfidjorden, på grund av dränering, att torka ut. Om täckningen är för genomsläpplig transporteras luftens syre genom täckskiktet och leder till snabb oxidation. Det är också en fördel om täckningen innehåller organiskt material som kan oxideras och därigenom konsumera syre som annars kan oxidera järnsulfiderna i sulfidjorden (Vägverket, 2007).

Generellt gäller att ju tjockare täckskikt, desto bättre är det, eftersom uttorkningen då blir lägre och sulfidjorden kompakteras och därigenom blir mindre genomsläpplig för luft. Ett tjockt täckskikt bidrar också till att växtlighet etableras lättare (Vägverket 2007).

Enligt finska riktlinjer bör täckning av sulfidjordsmassor vanligen göras med massor med låg genomsläpplighet, som morän eller lera, med ett lager med 0,5–1,0 meter mäktighet. Vid svavelhalter över 1% rekommenderas ett minst 1,0 meter tjockt täckskikt (Autiola m.fl. 2022). Vägverket (2007) ger motsvarande rekommendationer och anger att starkt försurande sulfidjord bör täckas med minst 1 meter tjockt täckskikt, medan måttligt eller svagt försurande sulfidjord bör täckas med minst 0,5 meter täckskikt.

Exempel på att användning av sulfidjordar ovanför grundvattenytan tillämpas rutinmässigt i andra länder, har inte kunnat hittas. Enligt riktlinjer för hantering av sulfid- och sulfatjordar i Queensland, Australien, är permanent uppläggning av obehandlad jord ovanför lägsta grundvattenyta inte en acceptabel metod (Dear m. fl. 2024). I Finland kan användning av sulfidjordar i bullervallar kräva tillstånd där villkor om riskhanteringsåtgärder och kontrollprogram fastställs (Autiola m.fl. 2022).

I sin utvärdering av olika tekniker för att hantera sulfidjord bedömde Swerock (2020) att metoden med uppläggning med enkel täckning befann sig på en TRL-nivå (Technology Readiness Level) på 6, på den 9-gradiga skalan.

Naturvårdsverkets bedömning: Naturvårdsverket anser att användning ovanför grundvattenytan med täckning vid rätt förutsättningar kan vara en lämplig metod för att nyttiggöra massor och undvika deponering. Användning ovan grundvattenytan är dock inte en färdigutvecklad och allmänt etablerad metod för bred praktisk tillämpning. Det har, såvitt Naturvårdsverket känner till, inte skett någon betydande utveckling av metoden sedan Swerocks utvärdering av Södra Sunderbyn och vår bedömning är att det fortfarande behövs ytterligare kunskap och erfarenhet för att metoden ska anses färdigutvecklad. Enklare terrängmodellering med sulfidjord bör generellt undvikas i områden utan naturlig sulfidjord.

Användning ovanför grundvattenytan är en metod som bör användas med försiktighet och som bör utföras innan oxidationen startat och endast efter platsspecifik bedömning av de risker som kan uppstå. Det är bland annat viktigt att utreda hur långt oxidationsprocessen gått, konstruktionens möjligheter att upprätthålla vattenmättnad, yt- och grundvattenrecipienternas känslighet och skyddsvärde. Om oxidationsprocesserna redan startat, kan det vara nödvändigt att sulfidjorden också behandlas med kalk (se mer om detta nedan), innan den används som konstruktionsmaterial i t ex en bullerskyddsvall.

Sulfidjord som används i t ex bullerskyddsvaller eller i annan landskapsmodellering bör som utgångspunkt täckas med minst 0,5-1 m material. Detta kan t ex vara tät, packad moränjord med en hydraulisk konduktivitet mellan $1,0 \times 10^{-6}$ och $1,0 \times 10^{-9}$ meter per sekund.

Case Södra Sunderbyn

Det mest välstuderade området med uppläggning av sulfidjordar ovanför grundvattenytan i Sverige finns vid väg 97 vid Södra Sunderbyn utanför Luleå, där ca 20 000 m³ sulfidjord lades upp i form av en långsträckt terrängmodellering år 2005. Uppläggningsen delades in i tre delar med olika tjocklek på täckskikt: 0,5 meter, 0,3 meter eller inget täckskikt. Alla tre delar hade 0,1 meter matjordstäckning. Uppläggningsen har följts upp och rapporterats vid flera tillfällen, bland annat i Pousette (2010a) och Swerock (2020).

Eftersom uppläggningsen gjordes på ett område med aktiv sur sulfatjord, är det svårt att dra några säkra slutsatser från undersökningarna vad gäller omgivningspåverkan, det vill säga vad som beror av påverkan från orörda jordar i området, och vad som är en påverkan och utökad belastning till följd av själva uppläggningsen. Redan innan uppläggningsen skedde hade ytvattnet i området kraftiga variationer i pH-värden och metallhalter (Pousette, 2010a). Lägst pH (som lägst pH=3,1) har uppmätts i ett referensdike uppströms terrängmodelleringen (Pousette, 2010a).

Utifrån de mätningar som gjorts är det klarlagt att viss oxidation av de upplagda sulfidjordsmassorna har skett. År 2009 var den oxiderade zonen 0,7-1,2 m tjock (Pousette, 2010a) och hade sedan ökat något till 2017 (Swerock 2020).

Oxidationen har lett till mycket låga pH-värden och höga metallhalter i ytliga lysimetrar i uppläggningsen. Lysimetrar i botten av konstruktionen har dock haft högre pH-värden och lägre metallhalter. Swerock (2020) konstaterade lokal påverkan på grundvatten med förhöjda halter av sulfat och nickel, men för ytvattenrecipienten Lule älv ansågs risken försumbar.

Slutsatser, enligt Swerock (2020), är att risk för negativ påverkan på omgivningen av sulfidjordsupplag av den här typen, beror på en rad olika faktorer som måste bedömas platsspecifikt. Områdets skyddsvärde, status på mottagande recipient, områdets naturliga jordart, påverkan av skogs- eller jordbruk, tänkt markanvändning och storlek på upplag samt svavelinnehåll i jorden som ska läggas upp, pekas ut som faktorer som har betydelse. Uppläggning av sulfidjord ovanför grundvattenytan med enkel täckning i områden där sulfidjord inte förekommer naturligt kan vara helt olämpligt om inte stabiliserande åtgärder vidtas (Swerock 2020).

3.2.2. Egenkontroll vid placering ovanför grundvattenytan med enkel täckning
Vägverket (2007) och Swerock (2020) ger förslag på egenkontrollprogram vid terrängmodellering med sulfidjord ovanför grundvattenytan som anläggs i ett område med naturligt förekommande sulfidjord.

- En initial kontroll bör genomföras innan terrängmodelleringen utförs, där bland annat områdets känslighet, och yt- och grundvattenrecipientens status utreds (Swerock, 2020)
- Oxidationsfrontens läge följs genom årlig skruvborrtagning i flera punkter. Om oxidationsfronten förflyttar sig nedåt mer än ca 10 cm per år, bör det enligt Vägverket (2007) vara för mycket och täcksiktet bör då förbättras.
- Terrängmodellering intill eller inom ett område med höga skyddsvärden, kräver omfattande skyddsåtgärder och efterkontroll (Swerock, 2020). Mer avancerad täckning är då ett alternativ. Skyddsåtgärder kan t ex genomföras i form av stabilisering genom kalkning eller kalkning av täck- eller bottensikt (se nedan). Även sådana skyddsåtgärder kräver mer eller mindre omfattande kontroller (Swerock, 2020). Det kan till exempel innebära kontroll av att funktionen hos konstruktionen upprätthålls över tid och mer långsiktig uppföljning av yt- och grundvatten.
- I områden med lägre skyddsvärde och där recipienten har god status och hög vattenföring räcker enklare efterkontroll. Efterkontrollen föreslås omfatta kontroll av växtetablering och kontroll av yt- och grundvatten (Swerock, 2020). Provtagning av ytvatten bör göras minst 4 gånger per år för att få med naturliga säsongsvariationer och mätningar bör även göras innan åtgärd för att etablera jämförvärden för naturliga variationer. (Vägverket, 2007).

Naturvårdsverkets bedömning: Naturvårdsverket instämmer i behovet av egenkontroll och de rekommendationer för detta som refereras i punktlistan ovan.

3.3. Stabilisering genom inblandning av buffrande material i sulfidjorden

Sulfidjord där oxidationsprocessen startat, kan behandlas för att neutralisera den pH-sänkning som sker när järnsulfider oxiderar, vanligtvis genom kalkning. Genom att pH höjs förhindras försurning och metallutlakning.

Viktigt att tänka på i detta sammanhang är att neutralisering genom kalkning inte leder till att oxidation i sig förhindras. Högre pH innebär gynnsamma förhållanden för oxidation och kalkning leder därför till att sulfidjorden oxideras snabbare än om den inte kalkas. Kalkning motverkar därför också att oxiderad jord återgår till anaerobt tillstånd (Se t ex Pousette, 2010b). Även om kalkning alltså är gynnsamt för pH och metallöslighet, minskar inte sulfatutlakningen av kalkning i och med att det fortsatt sker en omvandling av sulfid till sulfat.

Vid användning ovanför grundvattenytan eftersträvas att sulfidjorden ska förbli anaerob. Kalkning motverkar därmed detta syfte. Det är därför alltså inte generellt lämpligt att kalka sulfidjord som läggs upp om denna ännu inte oxiderat (Vägverket, 2007). I Trafikverkets miljökonsekvensbeskrivning av uppläggning i en bullervall (Trafikverket, 2025) har alternativ med

kalkbehandling utretts. Förbehandling med inblandning av kalk avfärdas dels på grund av praktiska problem, dels på grund av att utlakning av sulfat och eventuellt andra ämnen kan öka.

Om sulfidjord ska kalkas rekommenderas att dubbelt så mycket jämfört med den teoretiska mängden används, eftersom all kalk inte kommer att reagera med sulfiderna (Vägverket, 2007).

Naturvårdsverkets bedömning: Stabilisering genom inblandning av buffrande material är en relevant metod att använda i vissa fall, särskilt i de fall oxidationen av sulfidjorden redan startat.

3.4. Kalkning av täck- och/eller bottenskikt

Istället för att blanda all sulfidjord med kalk, kan kalk tillsättas i täckskiktet med syfte att höja pH i det vatten som når sulfidjorden och på så sätt neutralisera den syra som bildas (Vägverket, 2007). Metoden har bland annat använts vid uppläggning av massor ovanför grundvattenytan vid Gideälven och Stöcke i samband med Botniabanebygget. Mätningar på dessa platser indikerar att man inte helt förhindrat sur utlakning, men att det heller inte uppstått någon betydande negativ påverkan på omgivningen (Uppenberg, 2008). I Swerocks utvärdering av åtgärdsmetoder (Swerock, 2020), beskrivs denna metod som avancerad täckning med kalktopp och anges där som ett alternativ i områden med högre skyddsvärde.

I sin miljökonsekvensbeskrivning av en bullervall med uppläggning av sulfidjord, avfärdade Trafikverket (2025) ett alternativ med ett lager av kalk i botten och på toppen av konstruktionen. Syftet med en sådan konstruktion skulle vara att neutralisera surt lakvatten. Enligt Trafikverket är detta inte lämpligt eftersom metoden är svår att få att fungera i praktiken, i och med att endast ytan på kalklagret kan reagera och denna kommer efter ett tag att täckas av en hinna av utfällda järnhydroxider, vilket hämmar buffringskapaciteten.

De finska riktlinjerna (Autiola m.fl. 2022) avfärdar inte kalkning i samband med uppläggning av sulfidjord ovan grundvattenytan, utan anger partiell kalkning av massorna och kalkning av bottenskikt och neutralisering av lakvatten som tänkbara skyddsåtgärder, vilka dock bör utredas platsspecifikt.

Naturvårdsverkets bedömning: Kalkning av täck- och/eller bottenskikt, i samband med att sulfidjordsmassor ska användas, är en metod som bör finnas med som ett alternativ i den platsspecifika utredning som bör göras inför uppläggningsen. Det finns både för- och nackdelar och platsens förutsättningar kan avgöra om det är en metod som bör användas eller inte. I områden med höga skyddsvärden bör detta särskilt övervägas, i det fall det inte finns någon annan lämplig lokalisering av den konstruktion som sulfidjorden planeras att ingå i.

3.5. Kalkning av lakvatten

En möjlighet till behandling genom neutralisering är att leda avrinnande vatten genom ett filter av kalkhaltigt material. Detta kräver dock att uppföljning och att filtermaterialet byts ut och underhålls över tid.

Naturvårdsverkets bedömning: Det är tveksamt att kalkning av lakvatten kan användas som ett huvudalternativ för att undvika problem med sur utlakning. Kalkning av avrinnande vatten bör endast användas som en åtgärd i väntan på en långsiktig lösning. Att skapa en konstruktion som kräver kontinuerligt underhåll och rening av lakvatten är inte i sig ett hållbart alternativ.

4. Referenser

Autiola M, Suonperä E, Suvanto S, Napari M, Nylund M, Kupiainen V, Vienonen S, Forsman J, Suikkanen T (2022). Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin. Opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan. (Nationell guide om byggnadsprojekt på sura sulfatjordar. Guide för beaktande av sura sulfatjordar och hantering av effekter) Miljöministeriets publikationer 2022:3.

Boman A, Mattbäck S, Becher M, Ylli-Halli M, Sohlenius G, Auri J, Öhrling C, Liwata-Känttälä P, Edén P (2023) Classification of acid sulfate soils and soil materials in Finland and Sweden: Re-introduction of para-acid sulfate soils. Bulletin of the Geological Society of Finland 95: 161–186.

Dear SE, Williams KM, McElnea AE, Ahern CR, Dobos SK, Moore NG, and O'Brien LE (2024) Queensland Acid Sulfate Soil Technical Manual, Soil Management Guidelines, Version 5.1, Department of Resources and Department of Environment, Science and Innovation, Queensland.

Fältmarsch R, Åström ME, Vuori K-M (2008) Environmental risks of metals mobilised from acid sulphate soils in Finland: a literature review. Boreal Environment Research 13:444-456.

Mácsik J, Hermansson K, Thakur RK, Maurice C (2025) Sulfidjord. Kartläggning och karaktärisering i södra Sverige. SBUF projekt 14433.

Pousette K (2010a) Terrängmodellering av sulfidjord längs väg 97 i Södra Sunderbyn. Uppföljning år 5, 2009. Rapport från Luleå tekniska universitet, Institutionen för samhällsbyggnad.

Pousette K (2010b) Miljöteknisk bedömning och hantering av sulfidjordsmassor. Rapport från Luleå tekniska universitet, Institutionen för samhällsbyggnad.

SGF (2025) Hantering av bakgrundshalter i lerjordar. En studie av arsenik, kobolt och nickel. SGF Notat 1:2025. Svenska geotekniska föreningen.

Sohlenius G, Aroka N, Wåhlén H, Uhlbäck J, Persson L (2015) Sulfidjordar och sura sulfatjordar i Västerbotten och Norrbotten. SGU-rapport 2015:26.

Swerock (2020) Utvärdering av utvalda sulfidjordsupplags skick och påverkansgrad över tid avseende sulfidjordars miljötekniska egenskaper – Nickbyn och Sunderbyn, Luleå kommun, Norrbottens län.

Trafikverket (2023) Effektiv bedömning och hantering av sulfidjordar. Resultat från FOI-projektet Management of Sulfide Soils (MOSS 2). Publikation 2023:19.

Trafikverket (2025) Miljökonsekvensbeskrivning och teknisk beskrivning till ansökan om tillstånd. Återvinning av avfall för anläggningsändamål. För uppbyggnad av bullervall och tryckbank inom Norrbotten, delsträcka Umeå-Dåva, Umeå kommun, Västerbottens län. 2025-04-14.

Uppenberg S (2008) Hantering av sulfidhaltiga jordar – Miljöeffekter och åtgärder. Botniabanan AB

Vägverket (2007) Råd och rekommendationer för hantering av sulfidjordsmassor. Publikation 2007:100.

Åström M, Sohlenius G, Nyman A, Johnson A, Ghahfarokhi SS, Yu C, Dopson M (2024) Sura sulfatjordar i Sverige. Ny kunskap och underlag för åtgärder. Naturvårdsverket, rapport 7150.