© 2005, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

PROCESSVATTENRENING I TUNNELPROJEKT

Magnus Hallberg,
Skanska Teknik AB

SAMMANFATTNING

Vid tunneldrivning generas ett processvatten som är kraftigt förorenat. Processvattnet förorenas när det kommer i kontakt med de ämnen och produkter som används inom arbetsplatsen t ex borrkax, injekteringscement, oljor och sprängämnesrester. Processvattnet transporterar föroreningarna till den omgivande miljön. Kraven på behandling av processvattnet styrs av förutsättningarna i den recipient, exempelvis en bäck, sjö eller hav, dit processvattnet förs. Beroende på krav kan processvattenreningen ske med en "containerlösning" till ett fullt utbyggt konventionellt vattenrening liknande de vilka används för dricksvattenframställning eller avloppsvattenrening. Avseende föroreningar är fokus huvudsakligen på suspenderat material, pH och olja men även kväve förekommer.

RECIPIENTEN OCH UTSLÄPPSKRAV

Recipienten är den vattenmiljö där vattnet från byggarbetsplatsen tillförs. Det som reglerar utsläppskraven är typen av recipient och förutsättningarna hos denna. Förutsättningarna i recipienten styrs av tillståndet i recipienten, storlek och dess hydrauliska omsättningstid. Tillståndet i recipienten påverkas av exempelvis avrinning från omgivande områden och permanenta industriella verksamheter i anslutning till den. Andra faktorer som påverkar utsläppskraven är om recipienten används som råvattentäkt för dricksvattenproduktion eller exempelvis för fiskodling. Storleken av recipienten är även av betydelse då risken för miljöpåverkan är större i en mindre bäck i jämförelse med en större älv.

FÖRORENINGAR

Suspenderat material

Suspenderat material utgörs av partikulärt material. Bestämning av suspenderat material sker genom en bestämd volym av det förorenade vattnet filtreras genom ett fint filter med en porstorlek av 0,45 [µm]. Filtret med separerat material torkas vid 105°C och vägs varvid halten suspenderat material i provet erhålls i [mg/l].

Vid tunneldrivning genereras det suspenderade materialet i samband med exempelvis borrning, injektering, schaktarbete och fordonstrafik i anslutning till arbetsområdet. Halterna av suspenderat material är beroende av aktiviteten i tunneln men kan variera från halter mindre än 5 [mg/l], i inläckande grundvatten, och mycket höga halter över 1500 [mg/l] under injektering och borrning.

Det suspenderade materialet påverkar ljusförhållanden i recipienten negativt och kan, vid sedimentering, täcka över botten och exempelvis störa fiskars fortplantning och bottenfaunan. Ett finpartikulärt suspenderat material kan även vara en bärare av andra föroreningar som olja och tungmetaller.

© 2005, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

pH

pH är ett mått på surheten eller ett vattens alkaliska egenskaper. Vatten (H_2O) kan beskrivas med följande jämvikt.

$$H_2O \Leftrightarrow H^+ + OH^- \qquad (1)$$

Definitionen av pH anges av.

$$pH = -\log[H^+] \qquad (2)$$

I cement ingår som en av huvudbeståndsdelarna bl.a. kalciumoxid (CaO) vilket medför ett högt pH i vattnet enligt.

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + CO_2 \qquad (3)$$

$$Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2OH^- \qquad (4)$$

pH i vatten från tunneldrivningen varierar men ligger oftast över 10 det år således ett kraftigt alkaliskt vatten. Ett grundvatten har ett pH vanligen runt 8. Ett sjövatten kan uppvisa ett pH mellan 6,5 till 8. En plötslig förändring av det naturliga pH i en recipient innebär en mycket stor risk för att det marina livet temporärt skadas. En långsiktig förändring av pH innebär att det marina förändras eller helt slås ut.

Olja

Olja utgörs av ett stort antal olika organiska substanser vilka indelas i klasser. På arbetsplatsen kan tre klasser av olja förekomma nämligen alifatiska, aromatiska och polycykliska aromatiska oljor (PAH). Vid årsskiftet 2002/2003 ersattes den vanligaste analysen för Olja med en analys av Oljeindex. Med den gamla metoden, vilken byggde på extraktion med freon och analys med IR-spektrometri (IR-metoden) kunde opolära alifater, totalt extraherbara alifater och totalt extraherbara aromater bestämmas. Orsaken till att metoden försvinner är att freonanvändning på laboratorier inte längre kommer att vara tillåten. De två metoderna bygger på olika principer. Oljeindex motsvarar närmast opolära alifater, bl. a med den skillnaden att oljeindex endast detekterar alifatiska ämnen med mer än tio kolatomer, dvs. inte t ex de ämnen som ingår i bensin.

Oljor på arbetsplatsen kan utgöras av motor olja, hydraulisk olja och diesel. I vatten uppträder oljan som fri, som emulsion eller löst. Halterna av olja i dräneringsvattnet överstiger vanligen ej 5 [mg/l] vid normal drift.

Olja är nedbrytbart i naturen och förbrukar syre under nedbrytningen i naturen. Vid nedbrytningen kan toxiska produkter bildas. Oljor är fettlösliga och kan tas upp och ackumuleras i fettvävnad.

© 2005, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

PROCESSVATTENRENING

Generellt för all vattenbehandling är att en substans/förorening skall separeras från vattenfasen. I vattenfasen förekommer substanserna antingen som partikulärt material, kolloidalt material eller som löst ämne. Partikulärt material kan reduceras med sedimentering eller med flotation. Uppträder föroreningarna som kolloidalt material måste en koagulering ske innan separation från vattenfasen kan ske.

Om ämnena är lösta kan separering ske med exempelvis membranteknik vilket är en "filtrering" på molekylnivå. Praktiskt sker ofta en utfällning av lösta ämnen med exempelvis kalkutfällning vid förhöjt pH. Då det gäller kväve är det inte möjligt att fälla ut detta. Kväverening kan ske med en biologisk process där bakterier nyttjar kvävet som ett näringsämne varefter bakterierna kan separeras från vattenfasen.

Beroende på vilka utsläppskrav som gäller för arbetsplatsen kommer således kostnaderna för reningen variera kraftigt med kraven på reningsanläggningens utformning.

Sedimentering och oljeavskiljning

Dimensionerade faktor för sedimentering ytbelastningen d.v.s. flöde per yt- och tidsenhet [m^3/m^2*h]. Beroende på Utsläppskrav kommer storleken på storleken av sedimenteringsenheten att variera. Vid tunneldrivning kommer materialet från borrkax och cement att innehålla mycket fina partiklar och kolloidalt material. Praktiskt innebär detta att halten suspenderat material efter, en korrekt utformad sedimentering, reduceras till mellan 100 [mg/l] och 400 [mg/l].

Vid utformning av en sedimentering är det väsentligt att fördela flödet över hela ytan och undvika kortslutning mellan in och utlopp. Under sedimenteringen avskiljs slam. Det sedimenterade slammet eroderar lätt och det är därför viktigt att vattendjupet i en damm eller tank inte bör understiga 1,5 [m].

Sedimenteringsenheterna bör även om möjligt läggas parallellt, eller på annat sätt möjliggöra tömning av slammet utan driftavbrott i produktionen. På bild 1och 2 ses exempel på sedimenteringsenheter bl.a. en lamellavskiljare vilken har en hög sedimenteringsyta i förhållande till den fysiska platsen den nyttjar.

Vid sedimentering erhålls en avskiljning av fri olja på ytan men den största delen av oljan avskiljs med det partikulära materialet. Sedimenteringsenheten kan utföras så att oljan kan avlägsnas manuellt från ytan eller kan oljeavskiljning ske separat med en oljeskimmer innan sedimenteringen.

© 2005, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

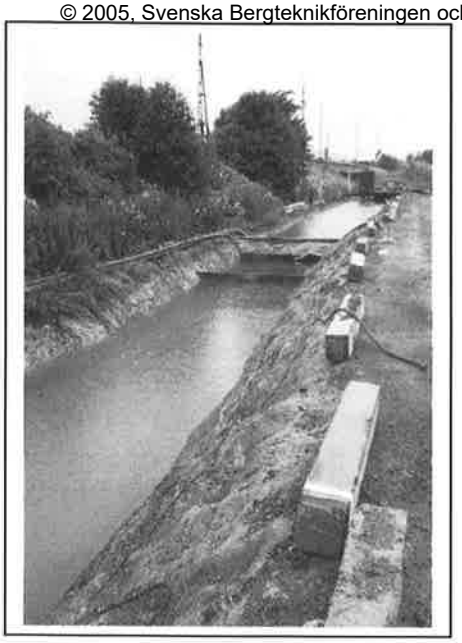
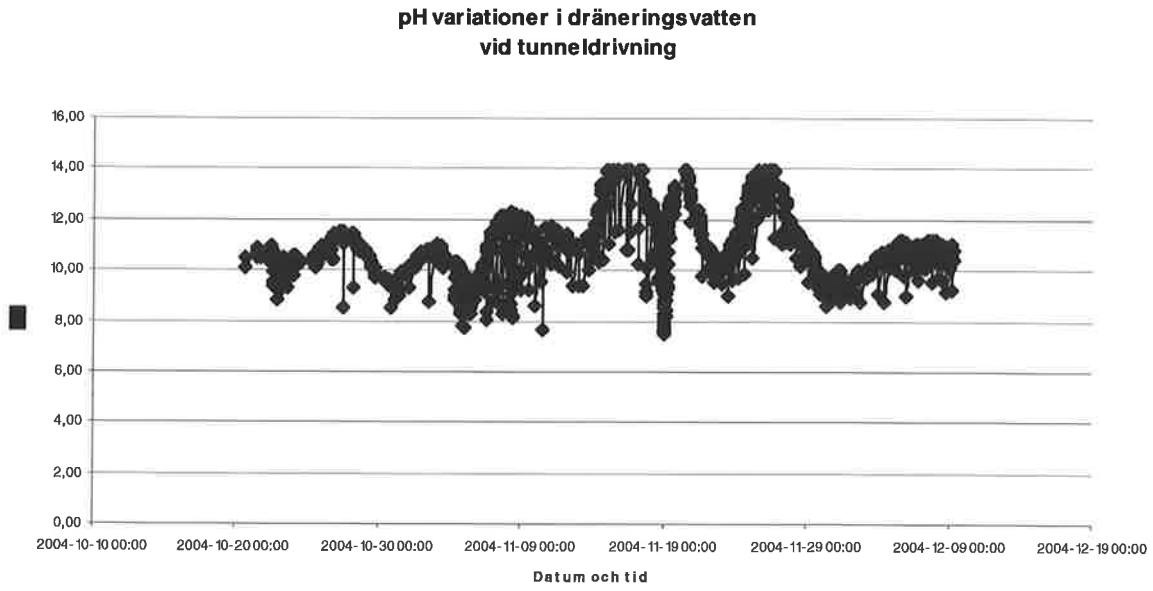


Bild 1. Exempel damm

Bild 2. Exempel lamell

pH Kontroll

Vid tunneldrivning kommer pH att variera kraftigt beroende på aktivitet.



Figur 1 Exempel på pH variationer i dräneringsvatten vid tunneldrivning

Som indikeras i figur 1 varierar pH markant. Detta ställer krav på justering av pH. För att justera pH måste en syra tillsättas. Svavelsyra (H_2SO_4) och koldioxid används båda för att neutralisera pH i dräneringsvatten. Dosering av syra är beroende på dräneringsvattnets egenskaper, dess buffertförmåga samt mängden alkali som tillsätts vid drivningen. Även med en god processtyrning kommer en viss variation kring önskat pH värde (börvärde) att ske givet förutsättningarna i obehandlat vatten. Beroende på recipient kan riktvärden för pH ligga mellan pH 6,5 och 9.

© 2005, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

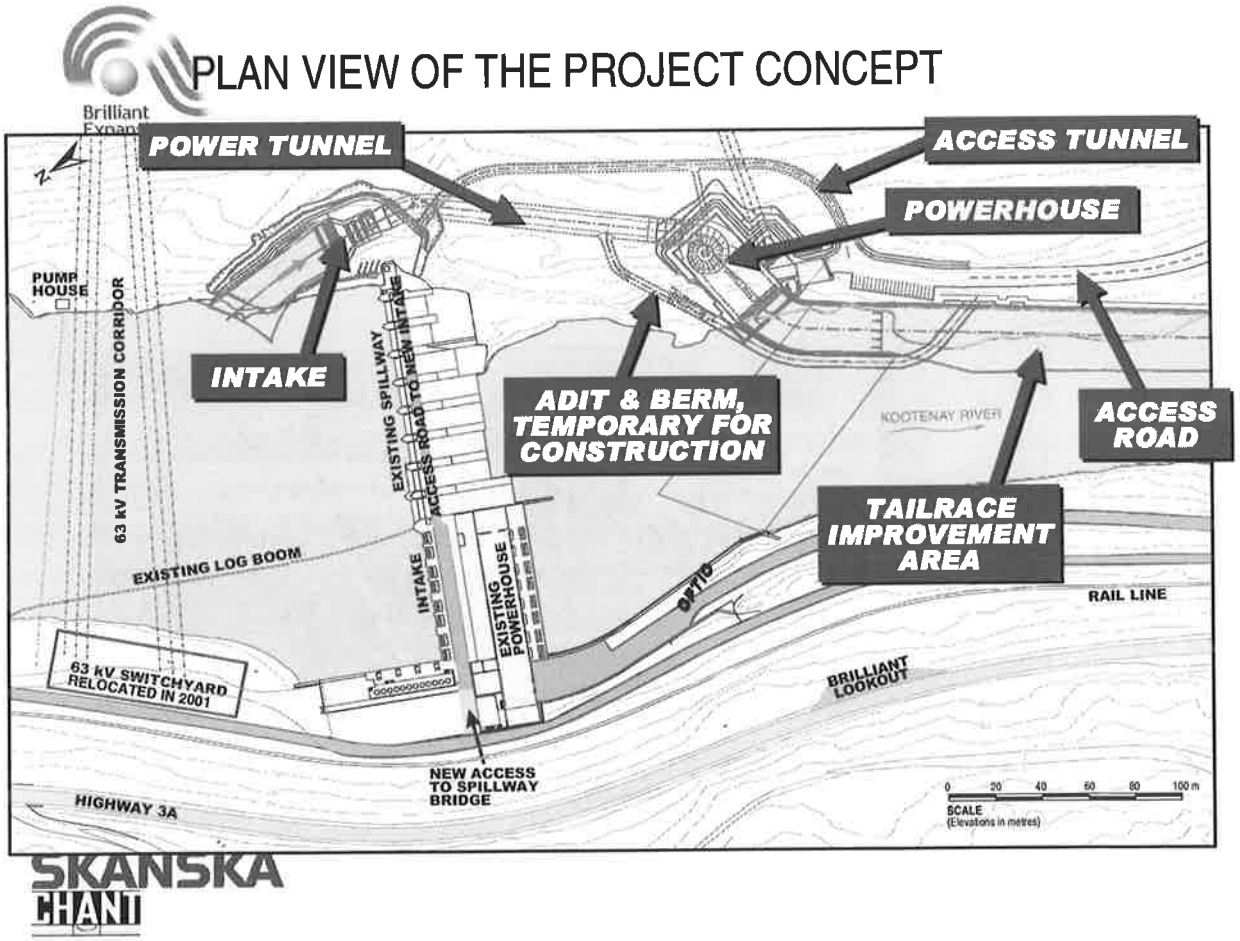
Avskiljning av finpartikulärt och kolloidalt material

För att praktiskt erhålla halter suspenderat material under 100 [mg/l] under drift måste en koagulant eller ett så kallat flockningsmedel tillsättas. För att erhålla goda flockningsegenskaper i vattnet bör pH vara över 6,5 och under 8. Flockningsmedel på marknaden idag är aluminium- eller järnbaserade. Flockningsmedlen är anpassade till olika typer av processvatten. För att hitta "rätt" flockningsmedel för ett specifikt vatten kan enkla fällningsförsök (bägarförsök) göras på plats. Efter flockningen sker sedimentering.

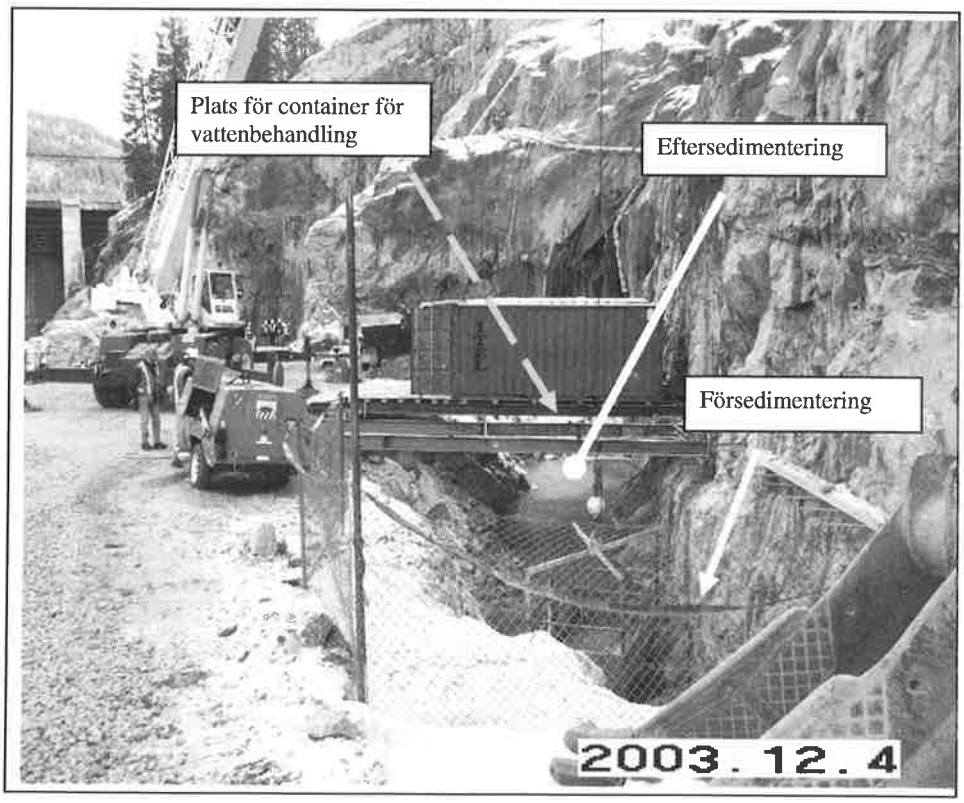
Om sandfiltrering sker efter flockning och sedimentering kan halten suspenderat material reduceras till under 30 [mg/l] under drift.

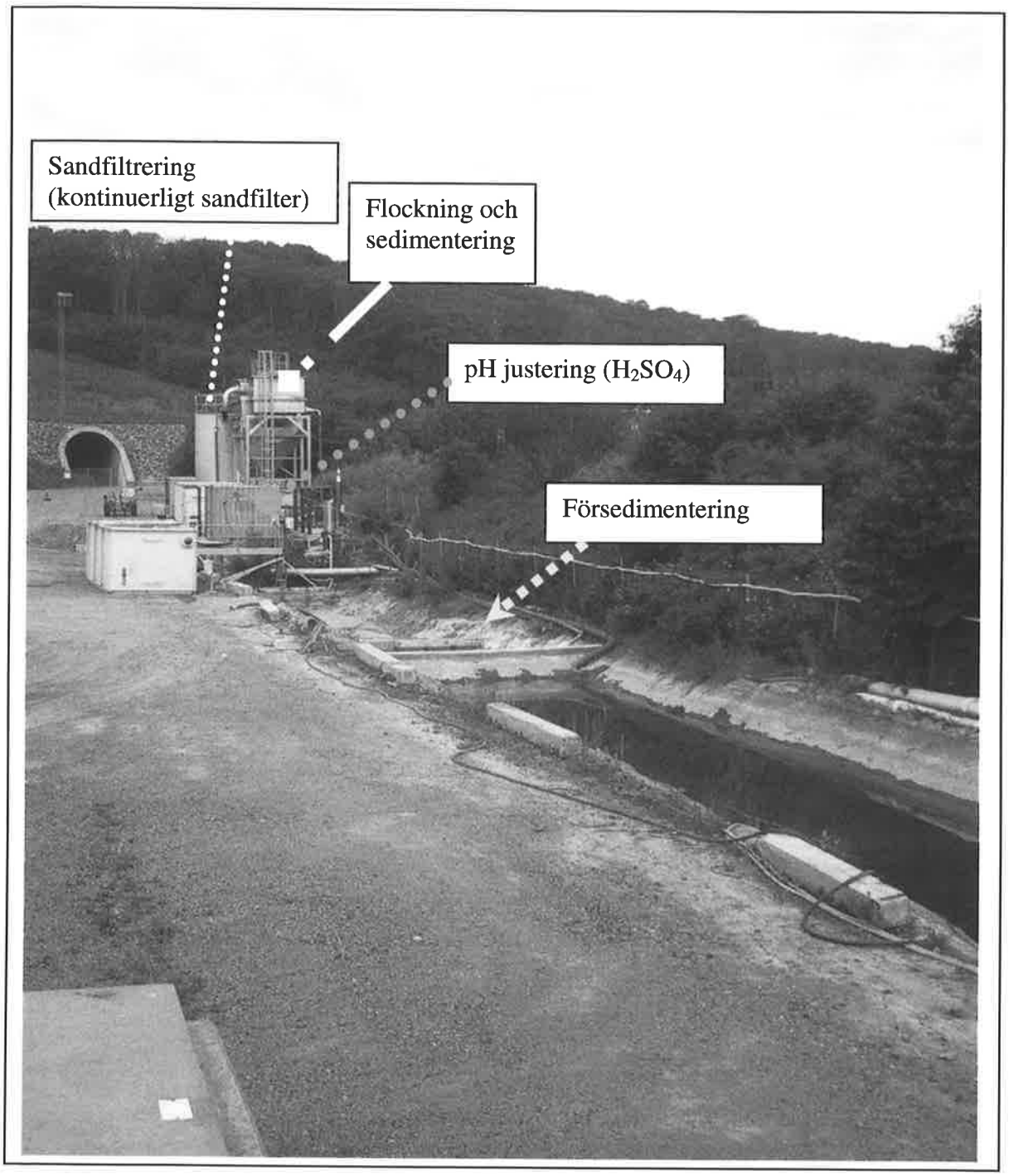
ANLÄGGNINGSEXEMPEL

Brilliant Expansion Project (Canada)



© 2005, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors



© 2005, Svenska Bergteknikföreningen och författarna/Swedish Rock Engineering Association and authors

Hallandsås (Sverige)