

Hantering av länsvatten i anläggningsprojekt

Användbar teknik och upphandlingsfrågor



Johan Magnusson

Malin Norin

2013-11-26

FÖRORD

I projektet har Johan Magnusson och Malin Norin på NCC Teknik medverkat och författat rapporten. Karin Björklund, som forskar i Vancouver inom dagvattenhantering, har författat kapitel 7.1 om länsvattenhantering i staten Washington, USA. Granskning av rapporten har utförts av Kristine Ek. Dessutom har en arbetsgrupp medverkat och bidragit med material och synpunkter. Arbetsgruppen har bestått av följande personer:

Otto Graffner, Hydrogeolog, Trafikverket Göteborg
Olof Stenlund, Miljöspecialist, Trafikverket Göteborg
Gunnar Jellbin, Uppdragsledare, Trafikverket Göteborg
Karin Landström, Miljöförvaltningen Göteborg
Urban Lindqvist, Länsstyrelsen Västra Götaland
Sven Melkersson, Kalkylchef NCC Infra

Finansiärer till rapporten är Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (huvudfinansiär), Trafikverket och NCC.

NCC Teknik har skrivit rapporten och svarar för innehållet.

Vi vill rikta ett stort tack till finansiärerna och deltagarna i arbetsgruppen samt andra personer som på olika sätt bidragit med information och goda synpunkter.

SAMMANFATTNING

Projektet syftade till att identifiera de frågeställningar som olika aktörer ställs inför vid planering och genomförande av länsvattenhanteringen i ett anläggningsprojekt, samt att föreslå vägar för att nå en god praxis kring upphandling av detta. Vidare föreslås och beskrivs lämpliga tekniker och kontrollmetoder för länsvattenrening. Därutöver sammanställs hur länsvattenhantering sköts i andra länder och vilka lärdomar som kan dras från detta.

Fokus vid hantering av länsvatten är ofta att minimera mängden partiklar i länsvattnet för att undvika grumling av recipienten. I många fall är föroreningarna i vattnet partikelbundna varför föroreningar fångas upp när vattnet renas från partiklar. I vissa fall kan lösta organiska ämnen eller metaller i vattnet vålla problem. Detta medför att det kan krävas ytterligare reningssteg.

Recipientens känslighet och behov av skydd mot främmande ämnen och partiklar är grundläggande information för att avgöra om och hur länsvattnet ska renas. I Sverige finns ett behov av att koppla ett helhetsgrepp kring länsvattenfrågor. Bland annat saknas god praxis kring upphandling, vilket gör att problem kan uppstå när entreprenören ska bedöma lämpliga insatser för länsvattenhanteringen. Detta medför att slutresultatet kan variera stort från det bedömda resultatet, dels i kostnader men även i reningsgrad.

Viktiga steg i planeringen av ett projekt för att kunna göra en god bedömning av lämpliga insatser har identifierats. Dessa består i att i ett tidigt skede bedöma recipientens känslighet och karaktären av det länsvatten som kommer uppkomma med avseende på halter och flöden. Utifrån detta kan en lämplig reningsteknik med rätt kapacitet fastställas.

Det primära syftet med rening av länsvatten är ofta att minska mängden partiklar i vattnet. I rapporten redovisas den omsättningstid som krävs i en damm eller container för att uppnå en viss reduktion av mängden partiklar för olika partikelstorlekar (jordarter).

Som ett resultat av projektet ges också förslag på reningstekniker för länsvatten i anläggningsprojekt. Teknik väljs beroende på länsvattnets föroreningsgrad och vilka krav som ställs på det behandlade vattnet. En uppdelning har gjorts i fem olika tekniknivåer, från enkel billig teknik till mer avancerad dyrare teknik. I rapporten ges också förslag på provtagnings- och kontrolltekniker för länsvatten, från teknik med lägst kostnader och lägst kontroll till teknik med högst kostnader och bäst kontroll.

För att upphandlingar av länsvattenhantering ska fungera bättre föreslås att ett helhetsgrepp tas kring länsvattenfrågor genom hela projektet. Detta nås genom att man genom hela projektet fokuserar på recipientens känslighet, genomför en riskbedömning av ev. förorenat länsvatten, har en genomtänkt upphandling med fokus på kalkylerbarhet, samt gör uppföljning av reningsanläggningen.

INNEHÅLL

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | INLEDNING | 4 |
| 2 | ORIENTERING | 5 |
| 2.1 | SYFTE OCH AVGRÄNSNING..... | 5 |
| 2.2 | VAD ÄR LÄNSVATTEN? | 5 |
| 2.3 | PROBLEMBESKRIVNING..... | 6 |
| 2.4 | LAGAR OCH KRAV | 7 |
| 3 | ATT BEDÖMA INSATSER FÖR LÄNSVATTENRENING | 10 |
| 3.1 | RECIPIENTENS KÄNSLIGHET..... | 10 |
| 3.2 | LÄNSVATTNETS KARAKTÄR..... | 12 |
| 3.3 | ATT FASTSTÄLLA LÄMPLIG RENINGSTEKNIK OCH KAPACITET | 15 |
| 4 | RENINGSTEKNIKTEORI | 17 |
| 4.1 | ÖVERGRIPANDE SEDIMENTERINGSTEORI | 17 |
| 4.2 | OLJEAVSKILJNING | 23 |
| 4.3 | KEMISK FÄLLNING OCH FLOCKNING | 24 |
| 4.4 | FILTRERING | 25 |
| 4.5 | FILTRERING MED AKTIVT KOL..... | 26 |
| 4.6 | KVÄVERENING | 28 |
| 4.7 | PH-JUSTERING | 30 |
| 5 | PRAKTISK TEKNIK FÖR RENING AV LÄNSVATTEN | 32 |
| 5.1 | TEKNIKNIVÅ I. ENKEL SEDIMENTERING (OCH OLJEAVSKILJNING) | 32 |
| 5.2 | TEKNIKNIVÅ II. SEDIMENTERING MED STOR YTA | 33 |
| 5.3 | TEKNIKNIVÅ III. FILTRERINGSTEKNIK..... | 36 |
| 5.4 | TEKNIKNIVÅ IV. KEMISK FÄLLNING/FLOCKNING OCH SEDIMENTERING | 38 |
| 5.5 | TEKNIKNIVÅ V. SAMMANSATTA SYSTEM | 39 |
| 6 | PROVTAGNING OCH KONTROLL | 42 |
| 6.1 | TEKNIKNIVÅ I. MANUELL PROVTAGNING..... | 42 |
| 6.2 | TEKNIKNIVÅ II. LOGGNING OCH FLÖDESPROPORTIONELL PROVTAGNING | 42 |
| 6.3 | TEKNIKNIVÅ III. KONTROLLDAMMAR | 45 |
| 7 | LÄNSVATTENHANTERING I ETT VIDARE PERSPEKTIV | 47 |
| 7.1 | WASHINGTON, USA | 47 |
| 7.2 | STORBRIANNIEN..... | 53 |
| 7.3 | HONGKONG | 53 |
| 7.4 | BOTNIABANAN-ETT EXEMPEL PÅ ARBETE MED LÄNSVATTENFRÅGOR | 54 |
| 8 | LÄNSVATTENHANTERING OCH UPPHANDLING | 56 |
| 8.1 | UTFÖRANDEENTREPRENAD..... | 56 |
| 8.2 | TOTALENTREPRENAD | 58 |
| 8.3 | DISKUSSION-ENTREPRENADFORM OCH LÄNSVATTENHANTERING | 59 |
| 9 | WORKSHOP LÄNSVATTEN | 61 |
| 9.1 | SYFTE OCH GRUPPENS SAMMANSÄTTNING | 61 |
| 9.2 | GRUPPENS ARBETE..... | 62 |
| 10 | SLUTSATSER OCH DISKUSSION | 67 |
| 10.1 | SLUTSATSER TEKNIK OCH PROVTAGNING | 67 |
| 10.2 | PARTIKELSTORLEK- MINSTA GEMENSAMMA NÄMNARE | 68 |
| 10.3 | EN JÄMFÖRELSE MED ERFARENHETER FRÅN ANDRA LÄNDER | 69 |
| 10.4 | UPPHANDLINGAR- FRAMKOMLIGA VÄGAR..... | 70 |

Bilaga 1. Kostnader för respektive tekniknivå i kapitel 5

1 INLEDNING

Ofta upplever entreprenörer att länsvattenhantering i upphandlingar av anläggningsprojekt kan vara ganska svårt. Det framkommer även andra aktörer ofta tycker samma sak, d.v.s. beställare, konsulter och tillsynsmyndigheter.

Frågor som ska besvaras inför en upphandling av länsvattenhantering inkluderar:

- Hur känslig är en viss recipient?
- Hur förorenat kan vattnet från schaktarbetena bli?
- Vad är en lämplig reningsmetod?
- Vilka flöden kan förväntas?
- Hur ska vattnet provtas och kontrolleras?

Underlag, krav och lösningar skall förpackas i ett förfrågningsunderlag som sedan skall vara kalkylerbart för entreprenören och ansvaret för olika lösningar vara tydligt. Detta är inte helt enkelt.

Projektet syftade till att identifiera de frågeställningar som olika aktörer ställs inför vid planering och genomförande av länsvattenhanteringen i ett anläggningsprojekt, samt att föreslå vägar för att nå en god praxis kring upphandling av detta. Vidare föreslås och beskrivs lämpliga tekniker och kontrollmetoder för länsvattenrening. Därutöver sammanställs hur länsvattenhantering sköts i andra länder och vilka lärdomar som kan dras från detta.

Arbetet med rapporten har genomförts i form av litteraturstudier, intervjuer, samt sammanställning av erfarenheter från projekt. En viktig del av arbetet har varit en arbetsgrupp bestående av Trafikverket, NCC, Länsstyrelsen i Västra Götaland och Miljöförvaltningen i Göteborg. Arbetsgruppen har träffats i en ”workshop” och gått igenom en rad problemställningar och möjliga lösningar som hör till hantering av länsvatten.

2 ORIENTERING

2.1 Syfte och avgränsning

Projektet syftade till att identifiera de frågeställningar som olika aktörer ställs inför vid planering och genomförande av länsvattenhanteringen i ett anläggningsprojekt, samt att föreslå vägar för att nå en god praxis kring upphandling av detta. Vidare föreslås och beskrivs lämpliga tekniker och kontrollmetoder för länsvattenrening. Därutöver sammanställs hur länsvattenhantering sköts i andra länder och vilka lärdomar som kan dras från detta.

Rapporten har avgränsats till att enbart beakta länsvatten som leds till någon form av reningsutrustning. Problemställningar som t.ex. grumling orsakad av schakt i direkt anslutning till ett vattendrag behandlas därför inte i denna rapport.

2.2 Vad är länsvatten?

Enligt Svenska akademins ordbok betyder verbet ”**länsa**” att: ”*Genom pumpning eller ösning o.d. befria fartyg eller behållare o.d. från vatten*”.

Svenska akademins ordbok ger även följande intressanta exempel:

-Läns: ”*Man hade fortfarande (på 1600-talet) svårt att hålla grufvorna läns.* Uppland. Skildring af land och folk. 1-2 1906

-Länsvatten: ”*Vatten som uttömmes eller är avsett att uttömmas från fartyg genom läns-pumpning*”. Frykholm, Johan Ludvig. Ångmaskinlära. Sthm 1881.

-Länshålla: ”*Dessa fält (dvs. torrlagda träsk) länshållas .. af en vindmotor.*”
Stockholms Dagblad 1897

Hur ska ordet ”länsvatten” tolkas i anläggningsprojekt? Med stöd av Svenska akademins ordbok så måste länsvatten vara det vatten som genom pumpning avleds från en arbetsplats eller uppfordras t.ex. från en schakt.

I byggbranschens viktigaste referensverk, AMA, från AB Svensk byggtjänst, används uttrycken ”länshållning” och ”avledning av vatten”. Någon mer precisering av begreppet görs inte men av texterna i AMA bör ändå slutsatsen kunna dras att ”länshållning” innefattar pumpning av vatten medan ”avledning av vatten” innefattar allt vatten som leds från arbetsplatsen. Vatten som inte pumpas kan t.ex. vara byggdagvatten eller dränvatten som med självfall leds bort från arbetsplatsen.

Ordet länsvatten används alltså emellanåt som ett vitt begrepp för allt vatten som kan rinna eller pumpas bort från en arbetsplats. Det länsvatten som åsyftas i denna rapport är dock enbart det vatten som pumpas bort från arbetsplatsen.

2.3 Problembeskrivning

Att hantera vatten är ofta en viktig fråga i ett anläggningsprojekt. Beroende på projektets förutsättningar kan en negativ påverkan på en nedströms belägen recipient uppkomma genom kontakt med vatten vid en rad olika arbetsmoment såsom:

- Friläggning av markytor så det uppkommer vatten som rinner över dessa
- Schaktning för diken och kulvertar
- Grundvattensänkning med brunnar eller med hjälp av ”WellPoints”
- Omledning eller annan schakt direkt i vattendrag
- Pumpning ur schaktgropar
- Muddringsarbeten
- Borrings- eller injekteringsarbeten där spolvatten används
- Vatten för betonggjutning eller bilning
- Sprängningsarbeten som ger upphov till kväveutsläpp

Vid anläggningsarbeten där marken är förorenad uppstår svårigheter med vattenhanteringen oftare. Men även vid anläggningsarbeten där marken inte är förorenad kan transport av fina jordpartiklar i vatten orsaka problem med grumling i närliggande vattendrag.

2.3.1 Problematiken vid upphandling av länsvattenhantering

En tillsynsmyndighet kan i ett projekt ställa krav på att ett länsvatten skall klara vissa haltgränser. Beställaren tar sedan med dessa krav i förfrågningsunderlaget. Entreprenören som sedan skall uppfylla dessa krav hamnar ofta i en svårlöst frågeställning: Hur väljs rätt reningsmetod? Hur förebyggs att vattnet grumlas och förorenas?

Ett vedertaget krav vid en upphandling är att entreprenörens åtagande skall vara kalkylerbart. Detta innebär att entreprenören skall kunna bedöma vilka insatser som krävs för att bygga eller utföra en viss åtgärd samt kostnader förenade med dessa insatser. Detta gäller även om projektering ingår i entreprenaden. Vad gäller rening av länsvatten så finns det idag ingen vedertagen praxis för vilka underlag som kan ingå i ett förfrågningsunderlag för att det skall bli kalkylerbart. Resultatet blir ofta att

entreprenören ”skjuter från höften” för att inga alternativ ges. Detta medför att resultatet kan bli mycket varierande och svårbedömt.

2.4 Lagar och krav

2.4.1 Förorenat länsvatten-Miljöfarlig verksamhet

Enligt Miljöbalken (MB) 9 kap §1 räknas utsläpp av avloppsvatten som miljöfarlig verksamhet när vattnet kan medföra olägenhet för människors hälsa eller miljön. Vidare i §2 definieras avloppsvatten som spillvatten eller annan flytande orenlighet. Det är alltså när länsvattnet kan medföra olägenhet, oftast för miljön i ett vattendrag, som hanteringen räknas som miljöfarlig verksamhet.

Enligt MB 9 kap §6 är det förbjudet att utan tillstånd eller anmälan släppa ut avloppsvatten i mark, vattenområde eller grundvatten. Enligt 9 kap §7 skall avloppsvatten avledas och renas eller tas om hand på något annat sätt så att olägenhet för människors hälsa eller miljön inte uppkommer. För detta ändamål skall lämpliga avloppsanordningar eller andra inrättningar anordnas.

Förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (SFS1998:899) behandlar bl.a. vilka miljöfarliga verksamheter som är tillståndspliktiga eller anmälningspliktiga enligt MB. Vid rening av länsvatten i samband med sanering av förorenad mark skall en anmälan göras enligt §28 i denna förordning. Vattenreningsutrustningen ingår som en skyddsåtgärd som ska tas upp i anmälan. Om det inte är en saneringsåtgärd ska vattenreningen anmälas enligt förordningens §13 till den kommunala nämnden. Det gäller dock inte om utgående vatten leds till ett spillvattennät. I det fallet ska de krav va-huvudmannen ställt upp ska följas.

2.4.2 Vattenverksamhet

Projekt innefattande arbete vid vattenområden kan räknas till vattenverksamhet enligt MB 11 kap.

Vid schakt under grundvattenytan i genomsläppliga jordar fylls schaktgropen av grundvatten. När detta vatten läns pumpas bort ur schaktgropen sker bortledning av grundvatten. Det är en vattenverksamhet som är tillståndspliktig såvida det inte är uppenbart att var sig allmänna eller enskilda intressen skadas.

Naturvårdsverket har gett ut en informativ handbok om vattenverksamhet: *Vattenverksamheter - Handbok för tillämpningen av 11 kapitlet i miljöbalken (Handbok 2008:5).*

2.4.3 Egenkontroll

En verksamhetsutövare är enligt MB kap 26 §19 skyldig att själv utöva kontroll över sin verksamhet så att människors hälsa och miljö inte påverkas. Denna kontroll skall utföras utan att myndigheterna skall behöva kräva det. Förutom MB finns Förordning (1998:901) om verksamhetsutövares egenkontroll samt NFS 2000:15.

Egenkontrollförordningen ska tillämpas av verksamheter som är tillståndspliktiga eller anmälningspliktiga enligt 9 eller 11-14 kap Miljöbalken. Eftersom det finns ett generellt krav på att rena avloppsvatten och att inrättande av avloppsanläggning ska anmälas till kommunen gäller reglerna i egenkontrollen utsläpp av avloppsvatten till recipient.

Naturvårdsverket har gett ut en informativ handbok om egenkontroll: *Egenkontroll en fortlöpande process, Handbok 2001:3*.

De viktigaste delarna vid egenkontroll är:

- En dokumenterad fördelning av det organisatoriska ansvaret för miljöfrågor.
- Dokumenterade rutiner för kontroll av utrustning för drift och kontroll samt att dessa hålls i gott skick.
- Dokumenterade resultat från undersökningar och bedömning av riskerna med verksamheten ur hälso- och miljösynpunkt.
- Rutiner för att underrätta tillsynsmyndighet om driftstörning inträffar.
- En förteckning över de kemiska produkter som hanteras i verksamheten. Förteckningen ska redogöra för produktens namn, i vilken omfattning produkten används samt produktens hälso- och miljöskadlighet.

Vid rening av länsvatten kan ett egenkontrollprogram bland annat innebära att utrustningens skick och funktion dagligen kontrolleras. Detta kan t.ex. utföras genom att mäta och journalföra driftsparametrar så som flöde, turbiditet och kemikalieåtgång.

2.4.4 Vattendirektivet

Vattendirektivet (2000/60/EG) beskriver EUs gemensamma vattenpolitik för sjöar, vattendrag och grundvatten. Direktivet trädde i kraft 22 december 2000. Syftet är att förbättra vattenmiljön genom en gemensam lagstiftning. Arbetet skall utgå från avrinningsområden och inte från administrativa gränser. Sverige har därför delats in i fem vattendistrikt där fem länsstyrelser är utsedda till vattenmyndigheter som ansvarar för samordningen inom sitt vattendistrikt. För samordning av de fem vattenmyndigheterna ansvarar Havs- och vattenmyndigheten.

Ett viktigt arbete för vattenmyndigheterna är att ta fram miljö kvalitetsnormer (MKN) som är ett mål för vilken status ett vatten ska ha vid en viss tidpunkt. I vattendirektivet finns 33 prioriterade ämnen där miljö kvalitetsnormer, Environmental quality standards (EQS), tagits fram. Naturvårdsverket kom 2008 ut med råd hur de prioriterade ämnena i vattendirektivets skall övervakas (Naturvårdsverket, Rapport 5801). Exempel på sådana ämnen som kan vara aktuella för länshållningsvatten är bly och PAH.

Arbetet inom ramen för vattendirektivet utvecklas kontinuerligt och vattendirektivet kommer sannolikt att spela en allt större roll vad gäller utformning av krav för utsläpp av läns vatten till recipienter.

3 ATT BEDÖMA INSATSER FÖR LÄNSVATTENRENING

Vilka krav ska ställas på länsvattnet som når en recipient och vilka reningsinsatser krävs för att nå dessa krav?

Syftet med att rena länsvatten är att skydda en recipient mot föroreningar eller mot grumling. I de allra flesta anläggningsprojekt är problem med länsvatten kopplade till de fina jordpartiklar som finns i suspenderad form och transporteras med vattnet.

Många föroreningar är partikelbundna, vilket innebär att föroreningsproblemet går att lösa genom att rena vattnet från suspenderat material. Ännu bättre är att förebygga att finpartiklar sköljs med i länsvattnet.

I vissa anläggningsprojekt är dock grumling av själva recipienten ett problem. I dessa fall är det grumlingen (finpartiklarna) i sig som kan orsaka problem, utan att föroreningar finns närvarande.

Viktiga steg i planeringen av ett projekt:

A. Bedömning av recipientens känslighet. Fastställande av maximala halter eller mängder för olika parametrar (kap 3.1).

B. Bedömning av karaktären av det länsvatten som kommer uppkomma med avseende på halter och flöden (kap 3.2).

C. Utifrån A+B, fastställa en lämplig reningsteknik med rätt kapacitet. (kap 3.3).

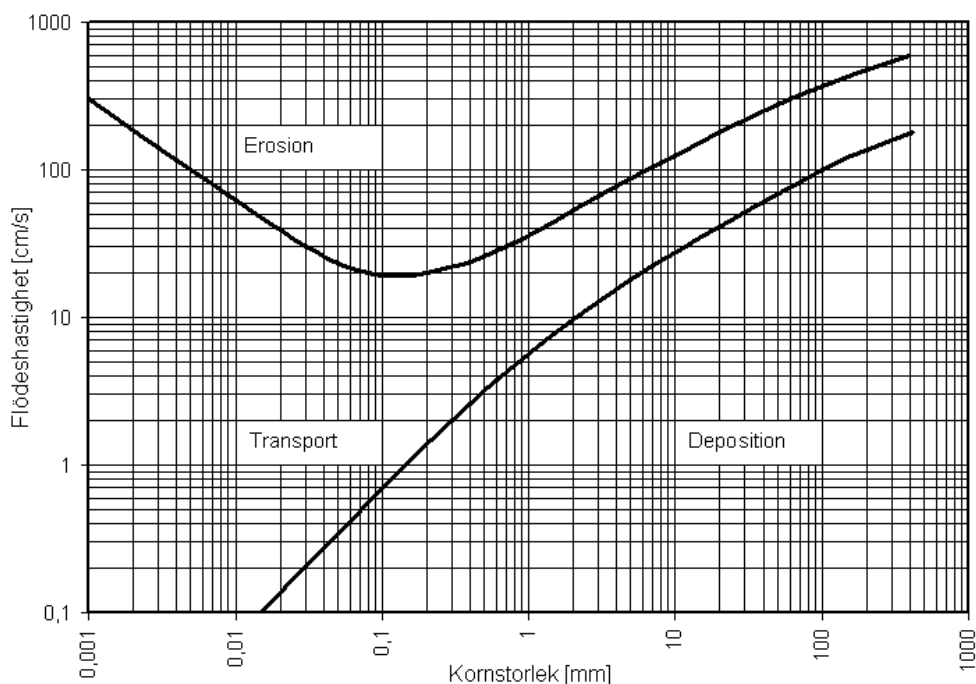
3.1 Recipientens känslighet

Recipientens känslighet och behov av skydd mot främmande ämnen och partiklar är grundläggande information för att avgöra om och hur länsvattnet ska renas. Beroende på det biologiska livet kan ett vattendrag vara olika känsligt under olika delar av året. En liten recipient som är närmare utsläppspunkten kan vara betydligt känsligare än en nedströms belägen större recipient.

Biologer bedömer ofta ett vattendrags känslighet beroende på vilka fiskarter som finns och hur vattnet strömmar. Lekbottnar är vanligen mer känsliga för större partiklar eftersom dessa lättare sedimenterar och kan förstöra håligheter i botten. De finkorniga materialen transporteras lätt långa sträckor i strömmande vatten och sedimenterar först när vattendraget når en sjö. Grumling av finpartiklar är därför av mer övergående karaktär och påverkar strömmande vatten enbart under pågående

aktivitet. Detta medför att en recipients känslighet ofta måste avgöras från fall till fall. Fiskens känslighet är dessutom många gånger beroende av årstid.

Att en recipient kan vara känsligare för grövre partiklar än för finpartiklar öppnar för möjligheten att ställa krav på länsvatten avseende partikelstorlek istället för krav på halten suspenderat material eller turbiditet. Detta medför att det finns möjligheter att hitta lösningar som bygger på konventionell sedimentering, där det just är de grövre partiklarna som kan avskiljas. I *Figur 3.1* visas Hjulströms diagram som används för att avgöra om sediment transporteras, eroderas eller deponeras i strömmande vatten. I diagrammet visas detta som en funktion av flödeshastighet och kornstorlek. Enligt Hjulströms diagram så kan partiklar i storleken grovsilt (0,02 mm) deponeras vid så låga flödeshastigheter som 0,1 cm/s. Intressant är att just grovsilt går att avskilja genom vanlig sedimentering (se beskrivning av detta i kapitel 5.2).



*Figur 3.1. Hjulströms diagram. Deposition, erosion och transport. vid olika kornstorlekar och flödeshastigheter*¹

Förutom partiklar är utsläpp av andra ämnen och halter av stor betydelse. Det kan vara möjligt att späda ut ett högt pH till lägre nivåer i en stor recipient, medan detta för

¹ Källa: wikipedia.se

andra ämnen inte är tillämpligt. Det är t.ex. inte acceptabelt att bioackumulerbara ämnen kommer ut i ett vattendrag oavsett recipientens storlek.

Utifrån ovan beskrivna resonemang är det en stor fördel om en recipient kan undersökas och bedömas av en sakkunnig i god tid före ett projekt. Resultaten av undersökningen bör styra vilka krav som ska ställas avseende halter i länsvattnet.

3.2 Länsvattnets karaktär

Det är viktigt att i projekteringskedet göra en bedömning av länsvattnets förväntade karaktär. Tyvärr saknas det god praxis för hur sådana bedömningar ska göras. Det som står till buds är ofta att förlita sig på erfarenheter från tidigare likartade projekt.

Något som försvårar en sådan bedömning är att entreprenörens arbetssätt har en relativt stor betydelse för länsvattnets karaktär. En vanlig uppfattning har därför blivit att det enbart är entreprenörens ansvar att välja rätt reningsteknik. Även om entreprenören har möjlighet att styra över vilket arbetssätt som används och t.ex. sätta in förebyggande åtgärder så är detta bara en del av en större helhet som påverkar länsvattnets karaktär. Om det inte går att bilda sig en uppfattning om länsvattnets förväntade föroreningsinnehåll i förhållande till de krav som ställs blir det en omöjlig uppgift för entreprenören att välja rätt reningsteknik.

Viktig information för att kunna göra en god helhetsbedömning är bl.a.:

- Jordarter och föroreningar i mark och grundvatten
- Förväntade flöden
- Förebyggande åtgärder

3.2.1 Jordarter och föroreningar i mark och grundvatten

För att ta reda på typerna av jordarter och föroreningar krävs fältundersökningar. I miljötekniska markundersökningar utförs ofta provtagningar av jord och av grundvatten (från grundvattenrör). Syftet med dessa är ofta att få fram de halter som finns i jord och grundvattnen inför en riskbedömning av området.

Analysresultat för grundvatten är värdefulla för att t.ex. se fördelningen av metaller i partikelform resp. i löst form, halter av petroleumkolväten m.m. För att bedöma föroreningshalten i länsvattnet är dock ofta provtagning i grundvattenrör otillräckligt. Beroende av hur länsvattnet uppkommer kan detta innehålla betydligt högre halter av framför allt partiklar än vatten som provtagits i ett grundvattenrör. Det värsta scenariot

är ofta det vatten som pumpas upp direkt i samband med schaktning eller när vatten rinner över nyligen blottlagda ytor.

För att bedöma karaktären av ett länsvatten i ett utredningsskede kan det vara lämpligt att ta vatten ur en provgrop i direkt samband med schaktning. Ett annat sätt kan vara att ”preparera” ett eget länsvatten genom att ta en mängd av den aktuella jorden, t.ex. 10 g per liter, skaka om, och därefter använda för t.ex. kemisk analys eller sedimenteringstest.

Ett bra angreppssätt är att utgå från de reningsmetoder som kan vara gångbara, t.ex. sedimentering, och därefter göra tester i lab- eller pilotskala.

3.2.2 Förväntade flöden

Hydrogeologiska undersökningar

Vid komplicerade förhållanden, t.ex. där grundvattenytan skall sänkas av i genomsläppliga jordlager eller vid sättningkänsliga byggnader, bör alltid en kvalificerad hydrogeologisk utredning göras. En kort sammanfattande information som tar upp huvudpunkterna med avseende på avsänkning av grundvatten och hydrogeologi finns i skriften ”*Länsvatten vid schaktningsarbeten, SBEF Vägforskningsgruppen 1985*”. Skriften finns att köpa hos Svensk byggtjänst.

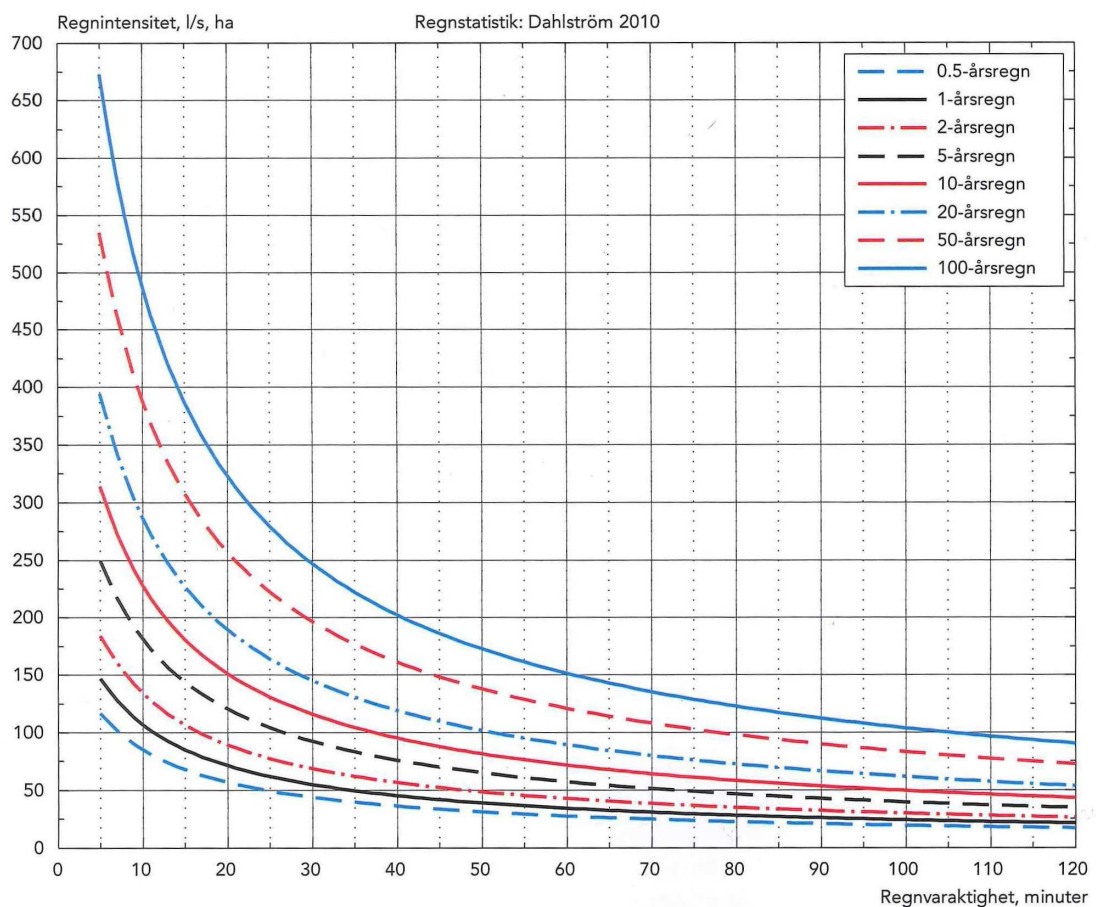
Dagvatten

Det är vanligt att dimensionering av flöden från nederbörd görs med hjälp av blockregn med en viss återkomsttid. Hur dagvatten ska beräknas finns beskrivet i Svenskt vattens publikation P90 och P104 samt i *Hydraulisk dimensionering, Vägverket 2008*.

Det är vanligt att krav ställs på att dimensionering av länsvattenhantering och rening ska ske för nederbörd med en viss återkomsttid, t.ex. *2-årsregn* eller *5-årsregn*. Ofta används den s.k. rationella metoden. Områdets utformning och avrinning ger en viss rinntid. Därefter sätts regnets varaktighet lika med rinntiden. Detta ger de beräknade toppflödena som t.ex. rör och brunnar ska klara. För mindre områden används aldrig ett regn med varaktighet kortare än 10 minuter.

För dimensionering av utjämningsmagasin med nedströms liggande ledningar och vattenreningsutrustning ska regnets varaktighet inte sättas lika med områdets rinntid. För utjämningsmagasin används *Svenskt vattens publikation P90* och regnvelopmetoden. Där tas flödet från magasinets utlopp med i beräkningen för att dimensionera utjämningsmagasinets volym.

NCC Tekniks erfarenhet är att man i förfrågningsunderlag ofta ställer krav på utformning av en reningsanläggning efter en viss återkomsttid, t.ex. 2-årsregn. Inte sällan är det svårt att göra en korrekt dimensionering eftersom det blandas ihop att toppflöden och utjämningsvolymerna måste beräknas för olika varaktighet. Detta har stor betydelse när ett system med utjämningsmagasin och vattenreningsutrustning kombineras. I några fall blir det omöjligt att göra en dimensionering, t.ex. när det i förfrågningsunderlaget anges att vattenrening för inläckande grundvatten och processvatten i ett tunnelarbete ska dimensioneras efter ett 2-årsregn.



Figur 3.2. Förhållandet mellan regnintensitet och varaktighet för regn med olika återkomsttid. Källa: Svenskt vatten P104.

3.2.3 Förebyggande åtgärder

Mycket kan göras för att hindra att finpartiklar suspenderas och följer med länsvattnet. Att pumpa vatten direkt ur en schakt i samband med att en grävmaskin arbetar kan ge mycket höga halter av finpartiklar i länsvattnet. Hur höga halter blir beroende av en rad faktorer såsom jordens innehåll av finmaterial, vattentillströmning i schakten m.m. Med god planering kan dessa situationer många gånger undvikas. Genom att sänka av grundvattnet i området före schaktarbetena kan det undvikas att stora mängder vatten pumpas direkt ur schakten. Vid pumpning ur grundvattensänkingsbrunnar blir vattnet betydligt klarare än vid pumpning direkt i schakten.

Vid all länsupumpning är det bra om pumpning sker så kontinuerligt som möjligt utan avbrott och variationer. I en schakt där pumpning pågått en tid kommer inflödet av vatten att successivt minska och vattnet kommer dessutom att klarna. Att t.ex. låta en schakt fyllas upp under natten för att sedan snabbt pumpa ur den på morgonen ger även upphov till höga flödestoppar i sedimentfällor och vattenreningsutrustning och kan orsaka att reningseffekten kraftigt reduceras.

Erosion från frilagda ytor där vegetationen avlägsnats orsakar lätt materialtransport av finpartiklar. Det är finpartiklar som lättast frigörs från dessa ytor och ju finare de är desto svårare är de att fånga upp i en sedimentationsfälla. Erosion kan undvikas exempelvis genom att samla upp och leda vatten kontrollerat inom ett område samt genom att erosionsskydda slänter. Mycket finns att vinna på att undvika erosion. Lästips: *Vägledning Grumling, Tyréns, Banverket, Vägverket. Banverkets diarienummer: S 01-3278/08.*

3.3 Att fastställa lämplig reningsteknik och kapacitet

Vad gäller reningsteknik så fokuserar denna rapport på att avlägsna finkornigt material från länsvattnet. I många fall är också föroreningar partikelbundna. Oavsett om det är en sanering av ett förorenat markområde eller ett vanligt markarbete som orsakar grumling, så kommer fokus vid hantering och rening av länsvatten att behöva läggas på att minimera mängden finkornigt material. Ibland kan dock lösta organiska ämnen eller metaller välla problem. Detta kan kräva behandling t.ex. med aktivt kol eller med kemisk fällning. En förutsättning för att t.ex. aktiva kolfilter ska fungera väl är att de stora mängder finpartiklar som ofta finns i länsvatten reduceras kraftigt.

Olika teknikinivåer för rening behandlas mer utförligt i kap 4 och 5.

En viktig bedömning är vilken kapacitet som den valda tekniken behöver ha. Ju mer komplicerad teknik desto viktigare blir frågan. Flöden från t.ex. nederbörd kan ge kraftiga toppflöden som måste utjämnas för att det ska finnas en rimlig möjlighet att rena vattnet. Vatten kommer då att behöva fördröjas på t.ex. ytor, i diken eller i dammar.

Pumpning till en reningsanläggning måste ske med eftertanke. En vanlig enkel länsypump som används på en byggarbetsplats ger ofta ett flöde på mellan 5-8 l/s. På ett dygn ger en sådan pump mellan 430-690 m³. Om det antas att detta vatten ska renas kan det vara intressant att ställa denna mängd i relation till den genomsnittliga vattenförbrukningen i Sverige som är ca 160 l per person och dygn. Flödet som en vanlig länsypump ger motsvarar en vattenförbrukning för 2700-4300 personer, alltså ett mindre samhälle. I en sanering när mer avancerad utrustning används är det ofta inte ekonomisk försvarbart att dimensionera anläggningen efter toppflöden, inte ens efter flödet i en enskild länsypump. Istället kan dimensioneringen behöva utföras efter de volymer som kan förväntas över ett antal timmar. Detta ställer krav på tillräckliga utjämningsmöjligheter som måste ta hänsyn till vattenreningens kapacitet. Det är en stor fördel om vattenreningensanläggningen kan vara i drift dygnet runt under veckans alla dagar när det finns stora volymer att behandla. En sådan kontinuerlig drift kan innebära att anläggningen måste automatiseras och t.ex. förses med larm om något fallerar.

4 RENINGSTEKNIKTEORI

4.1 Övergripande sedimenteringsteori

4.1.1 Olika typer av sedimentering

Sedimentering är en allmänt tillämpad metod för att avlägsna suspenderat material i vatten. Genom gravitation sjunker partiklar till botten i en anläggning där de bildar ett slam. Vid sedimentering skiljer man på olika partikeltyper som sedimenterar på olika sätt beroende av partikeltyp men även beroende på partikelkoncentration.

Sedimentering delas in i olika typer:

Typ 1. Kallas den sedimentering som sker i en suspension av diskreta partiklar som utan att direkt påverka varandra sedimenterar med en linjär sjunkhastighet.

Typ 2. Gäller främst partikelaggregat som bildats genom en flockningsprocess. Flockarna växer till under sedimenteringen och sjunkhastigheten ökar.

Typ 3. Kallas den sedimentering som uppstår vid höga koncentrationer då partiklarna hindrar varandra och sjunkhastigheten bromsas upp.

Den sedimentering som normalt förekommer i containrar eller dammar för länsvattenrening är av **typ 1** och det är den här typen som behandlas i detta avsnitt.

4.1.2 Sedimenteringshastighet för en partikel i vatten

Att stora partiklar sjunker snabbt och att små partiklar sjunker långsamt är väl känt. Sand och grus sjunker snabbt medan lerpartiklar i vatten har en sjunkhastighet som är obetydlig.

En partikels sedimenteringshastighet beskrivs av Stokes formel:

$$v_s = \frac{1}{18} \frac{g (\rho_s - \rho_w)}{\nu} d^2 \quad \text{ekv. 4.1}$$

v_s = Partikelns sedimenteringshastighet m/s

g = Tyngdaccelerationen m/s²

ν = Kinematisk viskositet m²/s

ρ_s = Partikelns densitet kg/m³

ρ_w = Vattnets densitet kg/m³

d = Partikelns diameter m

I Stokes formel är partikelstorleken i kvadrat. Här finner man förklaringen till varför partikelstorleken har så stor inverkan på sedimenteringshastigheten.

Tabell 4.1. Teoretisk sedimenteringshastighet för sfärisk partikel enligt Stokes lag

| Diameter, d (mm) | Sedimenterings-hastighet, v_s (m/h) | Ungefärlig sedimenterings-tid 1 m | Jordart och partikelstorlek (mm) |
|------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 0,2 | 99 | 36 sek | |
| 0,06 | 9 | 7 min | Finsand 0,06-0,2 |
| 0,02 | 1 | 1 tim | Grovsilt 0,02-0,06 |
| 0,006 | 0,09 | 11 tim | Mellansilt 0,006-0,02 |
| 0,002 | 0,01 | 4 dygn | Finsilt 0,002-0,006 |

I Tabell 4.1 redovisas sedimenteringshastigheten för de fraktionsgränserna för jordarterna. Beräkningarna gäller för en vattentemperatur av 10 C° och för sfäriska partiklar med en densitet av 2650 kg/m³. Stokes lag gäller för laminär strömning runt partikeln upp till en partikelstorlek på ca 0,2 mm.² (För dimensionering av sedimenteringsbassäng, se Tabell 4.2)

4.1.3 Ytbelastningsteori

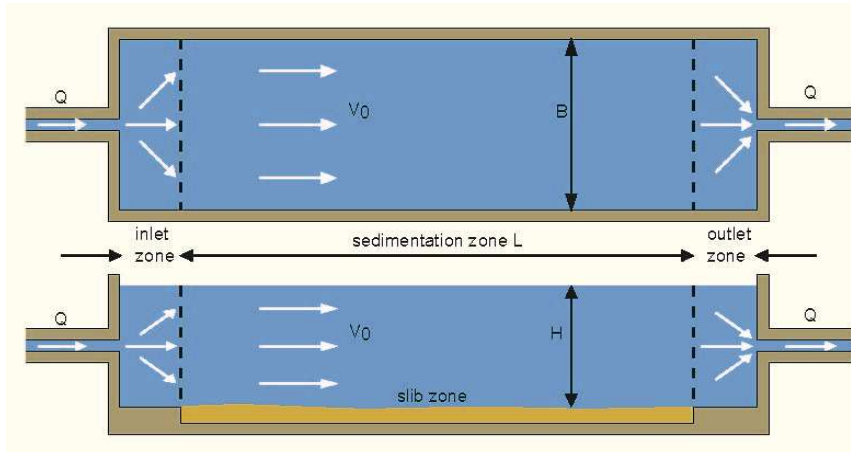
Hazen³ beskrev redan 1904 de teoretiska grunderna för sedimentering (Hazens ytbelastningsteori). Hazens teorier utgör fortfarande idag grunderna för hur sedimenteringsbassänger dimensioneras.

I Figur 4.1⁴ beskrivs en teoretisk sedimenteringsbassäng med inloppszon, sedimenteringszon, och utloppszon. Inloppszonen antas sprida vattnet jämt över ytan H x B varvid ett pluggflöde bildas längs sträckan L i sedimenteringszonen. När vattnet lämnar sedimenteringszonen samlas vattnet upp i utloppszonen. Slam som bildas på botten antas inte medföra att bassängens höjd minskar.

2. L Huisman. Sedimentation and flotation. 1982

3. Hazen, A. "On Sedimentation," Transactions, ASCE, Vol.53, p. 45, (1904),

4. Figurer i kapitlet är hämtade från Water Treatment, Sedimentation, TU Delft Open Course Ware. Creative Commons License: CC BY-NC-SA



Figur 4.1. En sedimenteringsbassäng enl. Hazens teori

I Hazens ytbelastningsteori antas sedimentering ske under ideala strömningsförhållanden.

Flödes hastigheten är:

$$v_0 = \frac{Q}{B \times H} \quad \text{ekv. 4.2}$$

där

v_0 = horisontell flödes hastighet (m/h)

Q = Flödet (m^3/h)

B = bassängens bredd (m)

H = bassängens höjd (m)

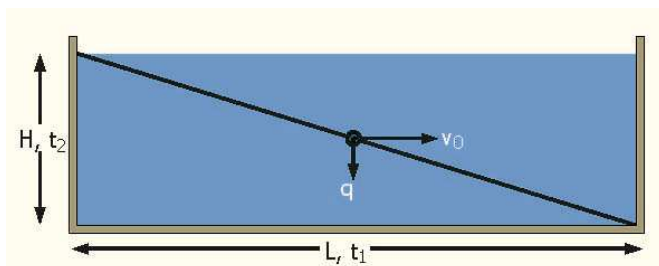
Ytbelastningen i en bassäng definieras som flödet i förhållande till den horisontella bassängytan:

$$q = \frac{Q}{B \times L} \quad \text{ekv. 4.3}$$

där:

q = ytbelastningen [$m^3/(m^2h)$ eller m/h]

L = bassängens längd (m)



Figur 4.2. Sedimentering i en bassäng med horisontellt flöde.

I Figur 4.2 visas resultanten för horisontella flödes hastigheten (v_0) och ytbelastningen (q). Resultanten kan också illustrera banan för en partikel med en sedimenteringshastighet (v_s) lika med (q). Efter tiden t_1 har vattnet transporterats genom tanken och efter tiden t_2 har partikeln sedimenterat. En partikel kommer därför att sedimentera endast när $t_2 < t_1$.

Om partikelns hastighet delas upp i horisontella och vertikala komponenter kan sedimenteringstiden skrivas som:

$$t_2 \leq t_1 \Rightarrow \frac{H}{v_s} \leq \frac{L}{v_0} \Rightarrow \frac{H}{v_s} \leq \frac{B \times H \times L}{Q} \Rightarrow \frac{1}{v_s} \leq \frac{1}{q} \Rightarrow v_s \leq q \quad \text{ekv. 4.4}$$

Detta innebär att alla partiklar med en sedimenteringshastighet större än eller lika med ytbelastningen kommer att falla till botten i bassängen. Övriga partiklar med en lägre sedimenteringshastighet kommer inte hinna sedimentera utan följer med i utloppet.

Vidare innebär detta att höjden på en bassäng (H i ekvationen ovan) i teorin inte har någon betydelse. Höjden i en bassäng måste däremot vara tillräckligt stor för att slammet på botten inte ska dras med av flödet.

Avskiljningsförmågan under verkliga förhållanden

Sedimenteringsteorin ovan bygger på att partiklar sedimenterar i en optimal bassäng, liknande de förhållanden som råder i stillastående vatten. Strömningsförhållanden runt inlopp och utlopp, turbulens m.m. medför att avskiljningsförmågan aldrig blir optimal.

Hazen formulerade även en teori för att bestämma avskiljningsförmågan hos en bassäng i en s.k. *tanks-in-series* modell ⁵.

5 Fair GM, Geyer JC and Morris JC, Water supply and waste-water disposal. London: Wiley. (1956)

$$R = 1 - \left(1 + \frac{1}{n} \frac{v_s}{Q/A}\right)^{-n} \quad \text{ekv.4.5}$$

där

R = andel avskilda partiklar med sedimenteringshastigheten v_s

v_s = partikelns sedimenteringshastighet (m/h)

Q/A = ytbelastningen ($\text{m}^3/(\text{m}^2 \times \text{h})$)

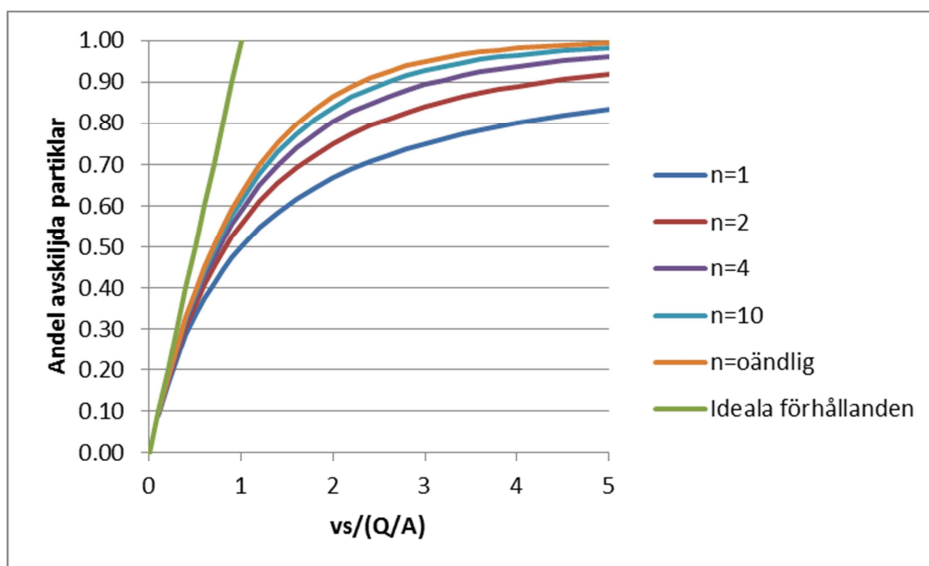
Q = flöde i sedimenteringsbassängen (m^3/h)

A = yta

n = andel hypotetiska tankar i serie (dispersionsfaktor)

Parametern n är en dispersionsfaktor där $n=1$ representerar en tank med total omblandning och $n=\infty$ representerar ett oändligt antal tankar d.v.s. ett pluggflöde. I dammar kan man förvänta sig att n ligger kring 4, även om mätningar visat att den kan variera allt från 0,3 till över 10. ⁶

Figur 4.3 visar effekten av olika n-värden för avskiljningen av partiklar med olika sedimenteringshastighet (v_s) jämfört med ytbelastningen (Q/A). Sedimentering under ideala förhållanden ger 100 % andel avskilda partiklar, bästa resultat under verkliga förhållanden med $n=\infty$ ger 65 % avskiljning. Sämsta resultatet vid $n=1$ ger endast 50% avskiljning.



Figur 4.3. Andel avskilda partiklar som funktion av sedimenteringshast./ytbelastning

⁶ Kadlec and Wallace. Treatment Wetlands, 2009

Exempel på dimensionering av sedimenteringsbassäng

Enligt *Tabell 4.1* har en partikel på 0,06 mm en sedimenteringshastighet på 9 m/h. Under ideala förhållanden, enligt Hazens ytbelastningsteori, skulle då en ytbelastning på $9 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{h})$ (*Figur 4.3*) vara tillräckligt för att avskilja 100 % av dessa partiklar. Under verkliga förhållanden måste även hänsyn tas till dispersionsfaktorn i modellen för *tank-in-series*. Om man kan räkna med en dispersionsfaktor på $n=4$ måste ytbelastningen vara ca 3 gånger lägre för att 90 % av partiklarna ska sedimentera (se *Figur 4.3*). Detta innebär en maximal ytbelastningen på $3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$ för att 90 % av partiklarna med diametern på 0,06 mm skall sedimentera till botten – vilket ger en omsättningstid på 20 min.

I *Tabell 4.2* har en sammanställning gjorts för sedimenteringshastigheter under ideala förhållanden samt ytbelastning för 90 % reduktion och omsättningstid som funktion av partiklar av varierande storlek.

Tabell 4.2. Partikelstorlekar och sedimenteringsförhållanden

| Diameter, d (mm) | Sedimentering under ideala förhållanden enl Stokes formel | | Sedimentering i damm eller container, Dispersionsfaktor $n=4$ | | Jordart och partikelstorlek (mm) |
|------------------|---|-----------------------------------|---|--|--|
| | Sedimenterings-hastighet, v_s (m/h) | Ungefärlig sedimenterings-tid 1 m | Ytbelastning vid 90% reduktion av partiklar $\text{m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$ | Ungefärlig omsättningstid vid djup 1 m | |
| 0,2 | 99 | 36 sek | 34 | 2 min | Finsand 0,06-0,2 Grovsilt 0,02-0,06 Mellansilt 0,006-0,02 Finsilt 0,002-0,006 |
| 0,06 | 9 | 7 min | 3 | 20 min | |
| 0,02 | 1 | 1 tim | 0,3 | 3 h 20 min | |
| 0,006 | 0,09 | 11 tim | 0,03 | 33 tim | |
| 0,002 | 0,01 | 4 dygn | 0,003 | 12 dygn | |

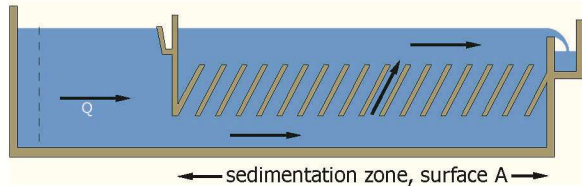
Hur djup ska bassängen vara för att inte slamflykt ska ske?

För de partikelstorlekar med respektive ytbelastning som redovisas i *Tabell 4.2* är djupet på bassängen inte kritisk. Ett vattendjup på ca 1 m över slamnivån är tillräckligt för att inte slamflykt skall ske.⁷ Vid sedimentering efter kemisk flockning är däremot bassängdjupet mer kritiskt. Detta beror på att flockarna har betydligt lägre densitet och i reningsverk är bassängerna ofta djupare än 2 meter.

⁷ Pitt, Clark, Lake. Construction Site Erosion and Sediment Controls, 2006

Lamellsedimentering

Lamellsedimentering är en teknik som är mycket vanlig i vatten- och avloppsreningsverk. Tekniken bygger på att vattnet leds genom snedställda lameller med en lutning mot horisontalplanet på $55-60^\circ$. Partiklarna som skall få en mycket kortare sträcka att sedimentera ner mot lamellen.

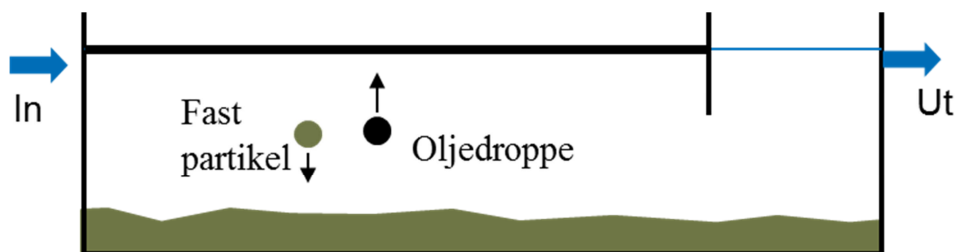


Figur 4.4. Principen för lamellsedimentering

Partiklarna bildar ett slam på lamellerna som tack vare den kraftiga lutningen glider av, och faller ner mot botten. Sedimenteringsytan beräknas som projicerad yta mot horisontalplanet. Tack vare att lamellerna går tätt kan en effektiv sedimenteringsyta åstadkommas som är upp till 20 gånger den i en vanlig sedimenteringsbassäng. Även strömningsförhållandena blir bättre med jämnt fördelad laminär strömning.

4.2 Oljeavskiljning

Vid oljeavskiljning fås oljedroppar att flyta upp till en avskild yta från vattnets huvudström, se *Figur 4.5*. Både oljeavskiljning och sedimentering räknas som gravimetrisk avskiljning som innebär att partiklar genom densitetsskillnader kan fås att separera från vattenfasen; fasta partiklar sjunker och olja flyter där Stokes formel (ekv 4.1) är styrande.



Figur 4.6. Gravimetrisk avskiljning, princip för oljeavskiljning och sedimentering

Oljeavskiljare kan klassas enligt standarden SS-EN 858. Standarden som omfattar två klasser av oljeavskiljare. För klass 1 ligger utsläppsgränsen på 5 mg opolära kolväten per liter och för klass 2 gäller 100 mg per liter. Oljeavskiljare av klass 1 bygger ofta på att det finns ett koalescensfilter som får mycket små oljedroppar att slås ihop och därmed lättare flyta upp till ytan där de kan separeras från vattnet.

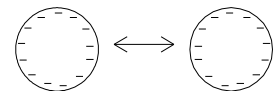
4.3 Kemisk fällning och flockning

Kemisk fällning och flockning kan användas för att rena vatten från en rad helt olika typer av föroreningar så som bakterier och virus, humus, organiska föroreningar, mineralpartiklar och lösta metaller. För länsvatten är det främst aktuellt att tillgripa tekniken för att avlägsna mineralpartiklar som är för små för att kunna avlägsnas genom konventionell sedimentering.

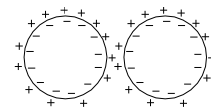
Syftet med tekniken är slå ihop mineralpartiklar till flockar som sedan kan avlägsnas genom sedimentering eller flotation. Processen sker i två steg genom att mineralkornens negativa ytladdning neutraliseras i ett fällningssteg och därefter bildas flockar i ett efterföljande steg. Det är ofta lättare att tillämpa metoden på grumligt vatten med höga halter av suspenderat material än på vatten som är relativt klart och med låga halter av suspenderat material. Detta är gynnsamt för behandling av just länsvatten som ofta innehåller höga halter av suspenderat finkornigt material.

4.3.1 Kemisk fällning

Små partiklar är ofta negativt laddade på ytan och stöter bort varandra.



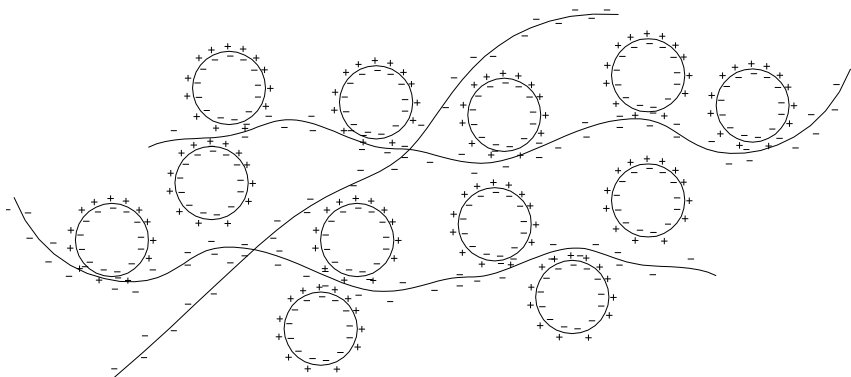
Vanliga fällningskemikalier utgörs av järn- eller aluminiumsalt där de positiva jonerna neutraliserar de negativa ytorna på partiklarna så att partiklarna kan slås ihop.



Fällningen måste ske inom ett visst pH-intervall och med rätt mängd fällningskemikalie. Rätt pH och rätt mängd fällningskemikalie måste provas fram genom lab- eller fälttester i varje enskilt fall.

4.3.2 Kemisk flockning

Flockning sker ofta med hjälp av en polymer som har en mycket hög molekylvikt och som effektivt binder ihop de neutraliserade flockarna, se *Figur 4.7*. På marknaden finns produkter med olika laddning (anjoniska, katjoniska och neutrala). Även här behöver rätt typ av polymer och rätt mängd provas fram genom lab- och fälttester.



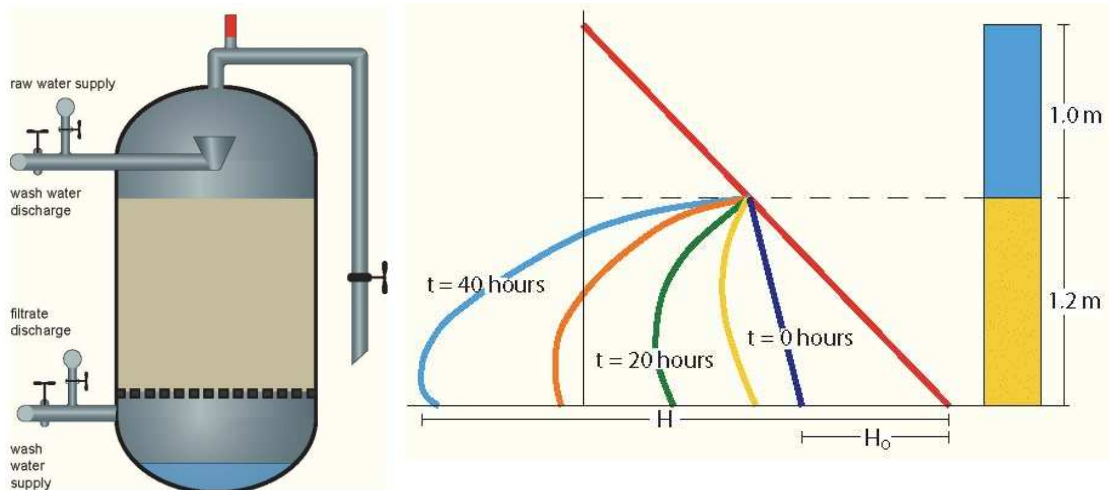
Figur 4.8. Anjonisk polymer bildar flock av laddningsneutraliserade partiklar.

4.4 Filtrering

Filtrering av vatten är en gammal och beprövad reningsteknik. Vid filtrering leds vatten genom filtret där mindre partiklar fastnar i porerna i filtermediet. Vid filtrering kommer filtret gradvis att mättas och sättas igen. De partiklar som fastnat måste därför regelbundet avlägsnas för att filtret ska fungera.

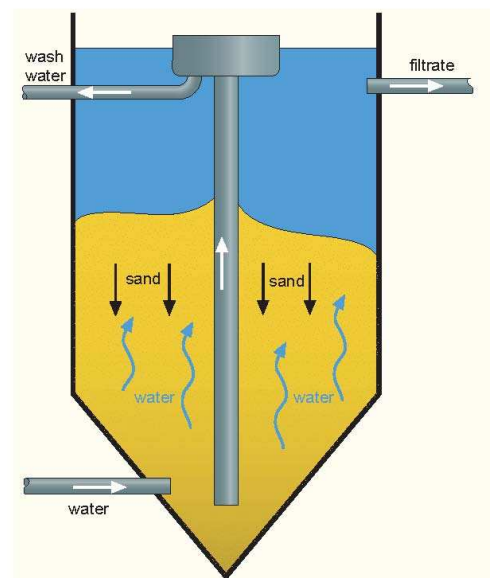
Trycksatta snabbfilter består av ett tryckkärl med ett filtermedium av t.ex. sand eller antracit. Filtreringshastigheten varierar normalt mellan 7-20 m/h. Filtret måste backspolas med jämna mellanrum, antingen då tryckfallet över filtret blivit för stort eller då finpartiklar börjar följa med utloppsvattnet på grund av att filtersanden blivit mättad. I *Figur 4.9*⁸ visas hur tryckfallet i ett rent filter (H₀) succesivt ökar med tiden (t) allteftersom filtret sätter igen. Vid backspolning behöver flödet vara så högt att sandbädden expanderar så att finpartiklar som fastnat i porerna lossnar och sköljs bort. Beroende av filtrets kornstorlek behöver expansionen vara 10-20%. Detta fordrar ett betydligt högre flöde än flödet vid normal drift. Ofta används därför tryckluft initialt för att få filterbädden att expandera.

8. Figurer i kapitlet är hämtade från Water Treatment, Sedimentation, TU Delft Open Course Ware. Creative Commons License: CC BY-NC-SA



Figur 4.9 Trycksatt snabbfilter och diagram över tryckförluster över tid.

I ett **kontinuerligt filter** återcirkuleras och renas sand genom kontinuerlig pumpning. Därför kan flödet i rensningsprocessen göras kontinuerligt. I ett kontinuerligt filter är vattenströmmen uppåtgående och transporten av sanden nedåtgående. Inloppet för vatten är vid botten av filtret och i toppen av filtret avleds det renade vattnet. Sanden kvarhåller finpartiklar och med hjälp av en sandpump ("mammut pump"), avlägsnas sanden från filtret och förs till en sandtvätt som ligger ovanför filtret. Sandtvätten tar bort finpartiklar från sanden och ren sand tillförs ovanpå det kontinuerliga filtret. På grund av det kontinuerliga avlägsnandet av finpartiklar blir tryckfördelningen i filtret konstant och oberoende av tid. Filtreringshastigheter i ett kontinuerligt filter varierar mellan 14 - 18 m/h.



Figur 4.10. Kontinuerligt självrensande sandfilter

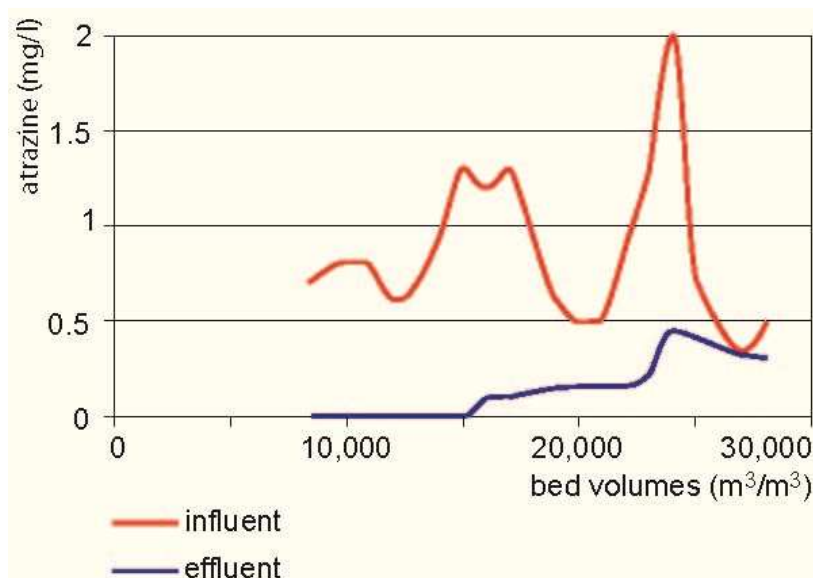
4.5 Filtrering med aktivt kol

Aktivt kol används idag för vattenrening i en rad olika sammanhang. Aktivt kol har den egenskapen att det genom adsorption kan rena vatten från en mängd olika ämnen. Denna egenskap beror på att kolet har en struktur där den har en mycket stor yta och

där olika ämnen kan fastna (adsorberas). Aktivt kol kan ha en yta som är större än 1000 m²/g.

Aktivt kol används vid rening av länsvatten som är förorenat med lösta organiska ämnen. Aktivt kol tillverkas i olika former, alltifrån fint pulver till pellets. Vanligast vid filtrering av vatten är att man använder granulat med en storlek på 0,2-5 mm i diameter. Vid dimensionering för filtrering av aktivt kol brukar man utgå från kontakttiden med vatten med måttet Empty Bed Contact Time (EBCT) vilket motsvarar uppehållstiden som vattnet har i en tom volym (bäddvolym) av motsvarande mängd aktivt kol. Den verkliga uppehållstiden blir kortare och beroende av porositeten i kolet.

Det aktiva kolet kommer efter en tid att bli mättat. Hur mycket ett aktivt kolfilter kan adsorbera är olika för olika ämnen. Då ett aktivt kolfilter börjar bli mättat kommer till slut ett genombrott att ske då en del av det aktuella ämnet börjar passera genom filtret. När filtret är helt mättat passerar vattnet helt orenat genom filtret. I figur 4.9 visas ett teoretiskt exempel för ämnet atrazin med ingående och utgående halt i ett aktivt kolfilter. Upp till 15 000 bäddvolymen adsorberas all atrazin till filtret varefter ett genombrott sker och halten i utgående vatten ökar successivt.



Figur 4.11 Exempel på halt av atrazin i ingående ("influent") och utgående ("effluent") vatten i ett aktivt kolfilter.

Det kan vara svårt att teoretiskt bestämma förbrukningen av aktivt kol och när ett filter börjar släppa igenom föroreningar. En lösning kan vara att seriekoppla två filter och ta

vattenprover efter första filtret. Då halterna från första filtret börjar bli för höga byts detta ut. Filtrena kan då skiftas så att det nya filtret sätts efter det som tidigare var det andra filtret.

Vid rening av länsvatten med aktivt kol är det viktigt att det finns en föravskiljning av partiklar eftersom det annars lätt sätter igen. Ett aktivt kolfilter bör också kunna backspolas.

4.6 Kväverening

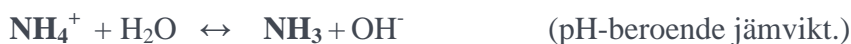
Problem med kväve i länsvatten är nästan uteslutande kopplat till bergsprängning. Kväve och syre i sprängmedlet bildar NO_x-gaser vid detonation. Det är främst när odetonerat s.k. bulksprängmedel sprids vidare med vatten som problemet uppstår. Kvävehalterna i länsvatten i stora entreprenader med mycket sprängningsarbeten kan bli betydande. Kväve finns kvar på den utsprängda sprängstenen och allteftersom den kommer i kontakt med vatten sköljs kvävet bort.

Kväve är ett näringsämne som bidrar till eutrofiering av sjöar och vattendrag vilket är ett problem som blivit mycket uppmärksammat. T.ex. så har kväverening kraftigt byggts ut i de svenska avloppsreningsverken sedan 90-talet.

Vad går att göra för att komma tillrätta med kväveföroreningar i länsvattnet vid sprängningsarbeten? Det är viktigt att förstå att reningstekniken för kväve skiljer sig i grunden från de metoder som i övrigt beskrivs i denna rapport. Kväve går inte att sedimentera eller filtrera bort. Det går inte att få bort i ett aktivt kolfilter. Den gångbara tekniken är biologiska metoder där kväve omvandlas i ett första aerobt steg från ammonium till nitrat och därefter i ett anaerobt steg till kvävgas.

Nedan görs en förenklad förklaring över hur kväve uppträder i de steg som ingår i en kväverenningsprocess.

Steg 1. Ammonium och ammoniak



När kväve från odetonerat sprängmedel kommer i kontakt med vatten så föreligger det främst i ett pH-beroende jämviktsförhållande som ammonium (NH_4^+) eller ammoniak (NH_3). Om pH är högt, vilket kan förekomma t.ex. vid cementinjektering, kan höga halter av ammoniak förekomma. Både ammonium och ammoniak är oönskade ämnen i länsvattnet men ammoniak är mer toxiskt för fisk och kan orsaka akuta problem i en

recipient. En viktig åtgärd för länsvattnet är att se till att vattnet pH-justeras så att det inte är för högt.

Steg 2. Ammonium till nitrat



Ammonium omvandlas till nitrat i en bakteriell process i närvaro av syre. För att processen skall fungera krävs att bakterierna har en yta där de kan etablera sig. Hastigheten i nitrifikationsprocessen är starkt temperaturberoende. Nitrat är ett näringsämne som man vill undvika att få ut i recipienten.

Steg 3. Ammonium till nitrat



Nitrat omvandlas till kvävgas i en bakteriell process i frånvaro av syre. För att processen ska fungera behöver bakterierna ha en kolkälla och yta där de kan etablera sig. Hastigheten i denitrifikationsprocessen är starkt temperaturberoende.

I svenska avloppsreningsverk sker ofta nitrifikation- och denitrifikationsprocessen i en s.k. aktiv slamprocess. Vid kväverening av lakvatten är förutsättningarna naturligt sämre än för avloppsvatten. Vattnet har lägre temperatur och tillräckligt med kol saknas för denitrifikationsprocessen. Även en extern kolkälla t.ex. i form av alkohol kan behöva tillsättas. För dricksvatten kan andra metoder som t.ex. omvänd osmos eller jonbytteknik användas. Dessa tekniker är dock mindre lämpliga för avloppsvatten eller länsvatten.

I dagsläget finns ingen enkel teknik för att rena länsvatten från kväve. Länsvatten från sprängningsarbeten saknar, liksom lakvatten, både en naturlig kolkälla och lämplig temperatur vintertid. Att rena länsvatten från kväve kräver mycket stora insatser med dagens teknik.

Vad kan då göras för att komma till rätta med kväveproblematiken? Här följer några exempel på åtgärder:

- Att undvika spill vid fyllning av borrhål med bulksprängmedel. Spillt sprängmedel detonerar inte och kvävet i sprängmedlet kan lätt spridas vidare med vatten.

- Noggrann borrning. Om borrhål kommer för nära varandra finns risk att sprängsalvan i ett borrhål, på grund av tidsfördröjningen mellan de olika hålen, komprimerar emulsionen i ett närliggande borrhål så att det inte detonerar.
- Använda patronerade sprängmedel istället för bulksprängmedel vid höga vattenflöden i borrhål.
- Tillse att länsvattnet har rätt pH. Vid för högt pH kan kväve spridas till recipienten som ammoniak vilket måste undvikas.
- Leda ut kvävehaltigt länsvatten i områden där kvävet kan tas upp av vegetation.

Det forskas på kväverening t.ex. i gruvnäringen och i samband med infrastrukturprojekt⁹. Förhoppningsvis kommer det nya metoder som kan vara enkla och tillämpbara i anläggningsbranschen.

4.7 pH-justering

Höga pH-värden kan uppkomma vid en rad olika aktiviteter i en anläggnings-entreprenad såsom vid gjutning av betong, rivning av betongkonstruktioner, injektering med cement o.s.v. Vid installation av kalkcementpelare i lera kan stora mängder kalk och cement hamna i det överliggande förstärkningslagret. Regn eller annat vatten som passerar dessa marklager kan få mycket höga pH-värden.

pH-värdet i vatten kan sänkas genom tillsats av t.ex. svavelsyra eller saltsyra. Tillsats av syra kräver mycket god kontroll så att pH hamnar i rätt intervall och risk för överdosering finns alltid. Även ur arbetsmiljösynpunkt är det riskfyllt att hantera syra. I anläggningsentreprenader har pH-justering med hjälp av koldioxid blivit vanlig. Koldioxiden har den stora fördelen att den är självbuffrande vilket gör att risken är liten för att pH ska sjunka till skadligt låga nivåer vid överdosering. Även ur arbetsmiljösynpunkt är koldioxid lättare att hantera.

När koldioxid (CO₂) tillsätts i vatten (H₂O) bildas kolsyra (H₂CO₃) som därefter delas upp i en vätejon (H⁺) och en vätekarbonatjon (HCO₃⁻) enligt:



⁹ L.Tilly Et al. Vattenburna kväveutsläpp från sprängning och sprängstensmassor. SveBeFo Rapport 72. 2006

Koldioxid är i gasfas och behöver en viss kontakttid för att lösa sig. Förloppet är även temperaturberoende. Koldioxiden tillförs i en perforerad slang i botten av ett kärl där omsättningstiden behöver vara tillräckligt lång.

5 PRAKTISK TEKNIK FÖR RENING AV LÄNSVATTEN

Det finns enkla såväl som mycket avancerade vattenreningsmetoder beroende på vilka ämnen vattnet ska renas från och till vilka nivåer.

Vid länsvattenrening kan allt ifrån mycket enkla till mycket avancerade metoder komma ifråga. Enkla metoder bör eftersträvas så långt som möjligt och brukar vara det som används i merparten av ”vanliga” anläggningsprojekt. Vid saneringar av förorenade områden behöver ofta mer avancerad teknik tillgripas.

Teknik väljs beroende på länsvattnets föroreningsgrad och vilka krav som ställs på det behandlade vattnet. I detta kapitel har en uppdelning gjorts i fem olika tekniknivåer, allt ifrån enkel billig teknik (nivå **I**) till mer avancerad dyrare teknik (nivå **V**). Indelningen av olika tekniknivåer har främst skett utifrån teknik och utrustning som NCC använt i nyligen utförda projekt. Uppdelningen som presenteras här gör inte anspråk på att vara en fast sanning utan är ett sätt att hitta en praktisk indelning för olika tekniker efter arbetsinsats, kompetenskrav och kostnader.

5.1 Tekniknivå I. Enkel sedimentering (och oljeavskiljning)

Öppna containrar för sedimentering används ofta på byggarbetsplatser. En rätt utformad sedimenteringscontainer har ett inlopp som snabbt bromsar upp och fördelar det inkommande vattnet jämnt över containerns uppströmssida och ett utlopp som avbördar ytvattnet jämnt över nedströmssidan. Det finns även sedimenteringscontainrar som har en oljeavskiljandefunktion genom att ett skott placerats så att det hindrar olja som ansamlats i ytan att föras med till utloppet.



Figur 5.1. Sedimenteringscontainer

Typiska data för sedimenteringscontainer är:

- Effektiv sedimenteringsyta: ca 10 m^2
- Ytbelastning: $0,5\text{-}5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$
- Flöde: $5\text{-}50 \text{ m}^3/\text{h}$
- Reningseffekt: avlägsnar partiklar ner till 0.06 mm (finsand), vid ytbelastning $3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$

5.2 Tekniknivå II. Sedimentering med stor yta

En större yta vid sedimentering medför att ett bättre reningsresultat kan nås och/eller att ett högre flöde kan tillåtas.

En större yta kan t.ex. erhållas genom att en sedimenteringsdamm anläggs, se *Figur 5.2*. Liksom i en sedimenteringscontainer är det viktigt att denna utformas på ett sätt som är gynnsamt för sedimentering.



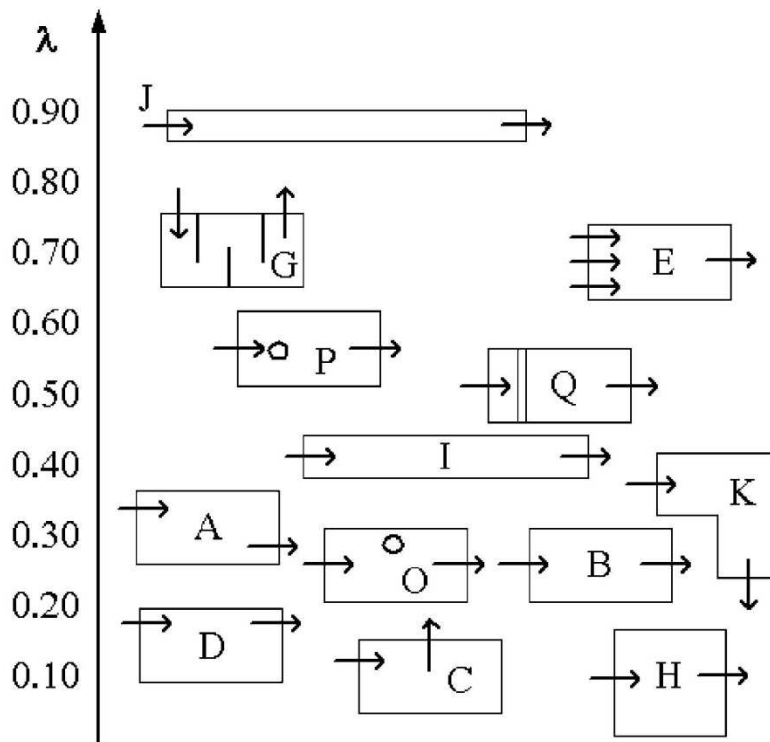
Figur 5.2. Sedimenteringsdamm vid marksanering

Det är viktigt att inloppet utformas så att vattnet bromsas upp och fördelas jämnt över dammens uppströms sida. Utloppet ska avbörda ytan över en så lång sträcka som möjligt.

Även dammens utformning har stor betydelse så att inga ”döda” zoner uppstår som inte bidrar till sedimenteringen. Figur 5.3 visar resultatet av en modelleringsstudie ¹⁰, för tretton dammar med olika utformning. I figuren visas en damms hydrauliska verkningsgrad (λ) som en funktion av dammens utformning (A-Q). Storleken på λ styrs både av dispersionsfaktorn (se kap. 4.1.3) och hur väl arean i bassängen utnyttjas för ett jämnt fördelat flöde. Av resultaten kan man dra slutsatsen att dammens utformning har mycket stor betydelse för verkningsgraden. Högst verkningsgrad har avlånga dammar och likaså dammar som fördelar strömningen väl över ytan. Döda zoner uppstår i dammar med ett litet förhållande längd/bredd och där inlopp och utlopp inte placerats eller utformats optimalt. Intressant är även damm G som fått sin hydraulik förbättrad genom att styra flödet med avskärmande väggar i dammen. S.k.

¹⁰ How hydrological and hydraulic conditions affect performance of ponds, Persson J et al., Ecological Engineering 21 (2003) 259–269

flytväggar används i detta avseende för att förbättra de hydrauliska förhållandena i befintliga dammar.

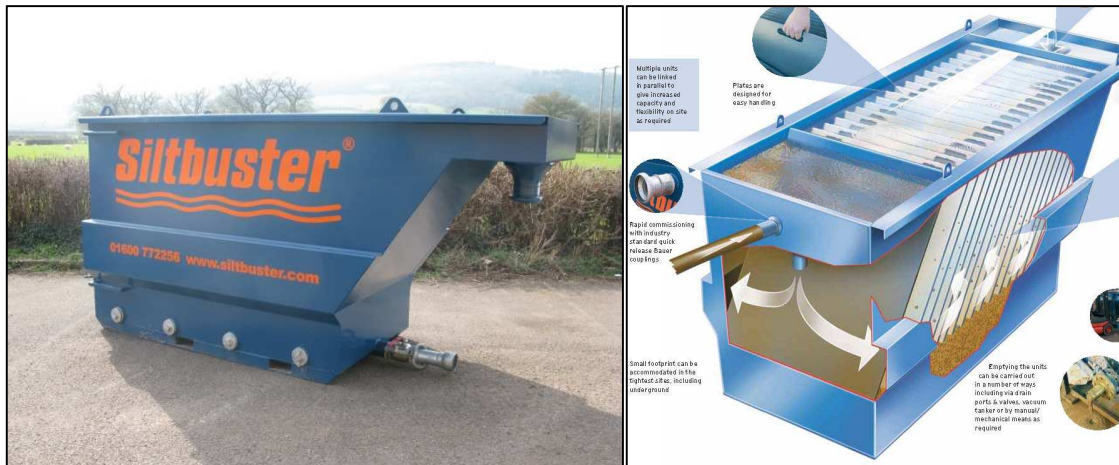


Figur 5.3. Hydraulisk verkningsgrad för dammar med olika utformning

Typiska data för en sedimenteringsdamm är:

- Effektiv sedimenteringyta: 50- 1000 m²
- Flöde: 5-50 m³/h
- Ytbelastning: 0.05-0.5 m³/(m² h)
- Reningseffekt: avlägsnar partiklar ner till 0,02 mm (grovsilt), vid ytbelastning ca 0,3 m³/(m² h)

En annat effektivt sätt att få en större sedimenteringsyta är att använda en **lamellsedimenterings-container**. Lamellsedimenteringstekniken bygger på att vatten leds genom snedställda lameller (se kap 4.1). I Storbritannien är containrar av denna typ vanliga vid rening av länsvatten (se kap 7.2).



Figur 5.4. Exempel på lamellsedimenteringscontainer med 50 m² sedimenteringsyta

Typiska data för lamellsedimenteringscontainer är:

- Effektiv sedimenteringsyta: 50 m²
- Flöde: 5-50 m³/h
- Ytbelastning: 0.1-1 m³/(m² h)
- Reningseffekt: avlägsnar partiklar ner till 0,02 mm (grovsilt), vid ytbelastning ca 0,3 m³/(m² h)

5.3 Tekniknivå III. Filtreringsteknik

Snabbfilter

Snabbfilter med sand, ibland i kombination med ett föregående påsfilter, har använts för rening av vatten vid marksaneringar. Tekniken går att göra kompakt och tar liten plats.

Ett snabbfilter kräver att man har möjlighet att omhänderta backspolningsvatten. Om halterna av finpartiklar i länsvattnet är höga kan ett snabbfilter behöva backspolas så ofta att mängden backspolningsvatten blir mycket stor, >10% av volymen renat vatten. Om vattenet innehåller höga halter av finpartiklar är ett steg av kemisk fällning/flockning och sedimentering att föredra före snabbfiltret.

Långsamfilter

NCC har med mycket lyckat resultat använt långsamfilter vid rening av länsvatten. Långsamfilter har en yta av 50-100 m². Ett sådant filter ger relativt klart vatten som kan ledas vidare till t.ex. ett aktivt kol-filter eller till en recipient. Ett långsamfilter sätter sakta igen på ytan varvid det översta lagret sand försiktigt skrapas ihop med en raka eller grävmaskin och kasseras. Igensättningen är helt beroende av mängden behandlat vatten och hur grumligt detta är. Normalt behöver filtret skrapas efter någon veckas full drift. Efter att översta lagret skrapats ihop 5-10 gånger måste ny sand fyllas på.



Figur 5.5. Byggnation av långsamfilter för förorenat länsvatten, Göteborg

Långsamfiltret är väldigt robust på det viset att det klarar kraftigt grumligt vatten och resultatet blir ändå mycket bra. Nackdelen är att det tar stor plats och att det kräver noggrann hydraulisk design och daglig tillsyn. Rätt byggt klarar även långsamfiltret att vara i drift i köldgrader.

5.4 Tekniknivå IV. Kemisk fällning/flockning och sedimentering

Kemisk fällning/flockning och sedimentering är en mycket användbar metod vad gäller att avskilja även mycket små finpartiklar. Metoden bygger på att finpartiklar slås ihop och bildar större flockar som lätt kan avskiljas genom sedimentering. Metoden kräver en hel del utrustning så som flockningstank, doseringspumpar, pH-justering, lamellsedimenteringsenhet, slampump, slamtank/geotub m.m. Att driva en sådan anläggning kräver kompetens och noggrann övervakning. Rätt dimensionerad ger denna typ av anläggning ett mycket bra reningsresultat med en kraftig reduktion av finpartiklar.



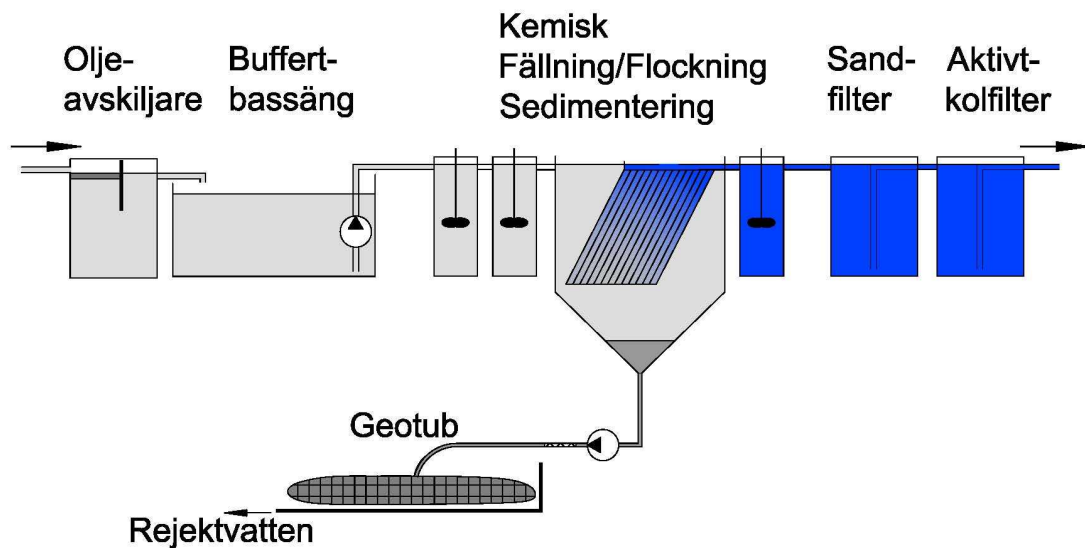
Figur 5.6. Mobil anläggning för fällning/flockning och sedimentering

Även flotationsanläggningar har använts inom flera marksaneringsprojekt i Sverige. Vid flotation lyfts flockar upp till ytan i en bassäng genom att luft i form av mycket små bubblor tillsätts. Flotationsanläggningar är något mer avancerade än en sedimenteringsanläggning men har den fördelen att de kan byggas för en högre ytbelastning och på det viset ta mindre plats.

5.5 Tekniknivå V. Sammansatta system

För att rena länsvatten från både partikelbundna och lösta föroreningar av olika slag kan en rad olika steg användas. Ett vanligt system är kemisk fällning/flockning och sedimentering följt av sand- och aktivt kol-filtrering. Även s.k. ”air stripping”, för att reducera halten av lösta flyktiga organiska föreningar, kan förekomma.

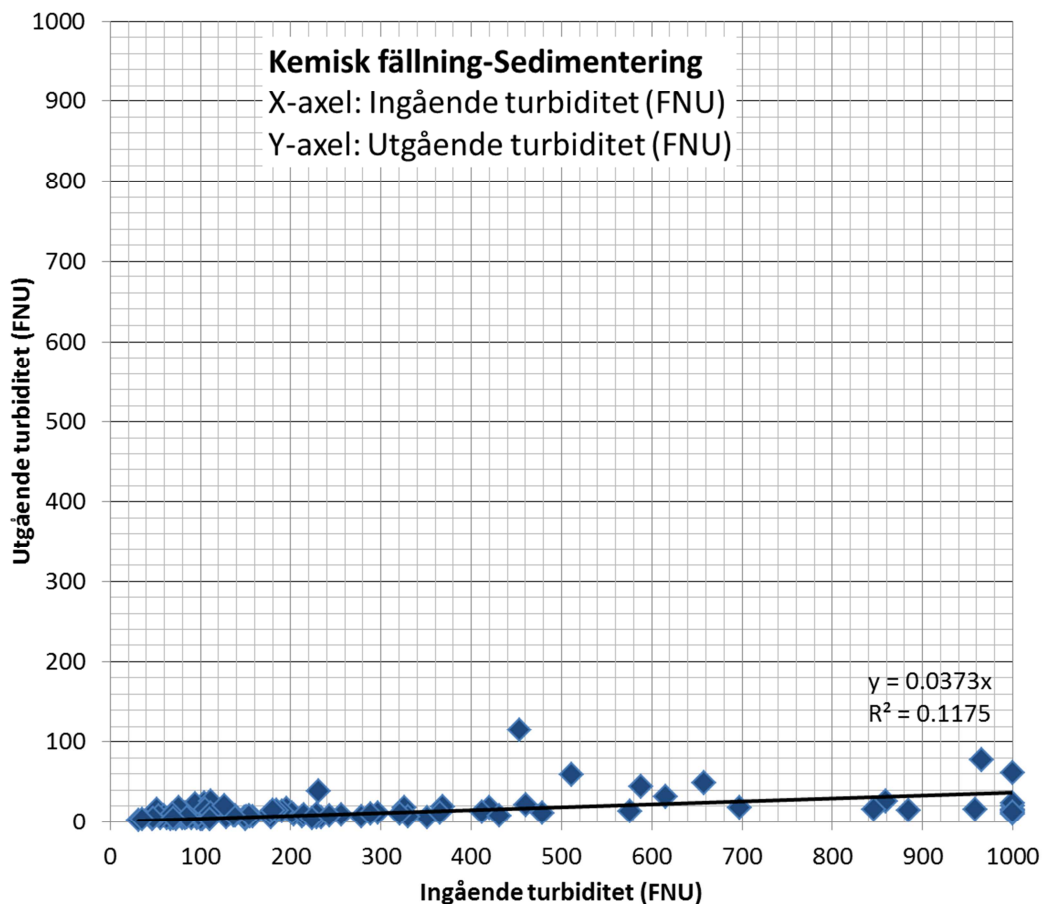
Ett sammansatt system kräver ofta ett helt system med pumpstyrning och med utjämningsstankar eller bassänger. Sammansatta system används bara där vattnet är kraftigt förorenat och där höga krav ställs på utsläpp till recipient.



Figur 5.7. Vattenreningsprocess vid sanering av Surte 2:28

I Figur 5.7 visas en schematisk uppställning av den vattenrening som NCC använt vid en marksanering i Ale kommun. Totalt renades 45 000 m³ vatten under drygt ett års tid. Processen baseras på kemisk fällning/flockning och sedimentering för avskiljning av suspenderat material. Tankar före och efter lamellseparatorn möjliggör även fällning av metaller vid olika pH-värden. Efter sedimenteringen leds vattnet genom ett trycksatt sandfilter för avskiljning av restflockar varefter det leds genom ett aktivt kolfilter. Slammet pumpas för avvattning från lamellseparatorn till en geotub. Den aktuella vattenreningsprocessen är inte på något sätt unik utan kan betraktas som en klassisk vattenreningsprocess. Processen som var helt automatiserad fungerade väl under hela året och gav ett mycket bra reningsresultat.

För att kontrollera processen användes ett egenkontrollprogram där bland annat turbiditet dagligen kontrollerades mellan de olika reningsstegen. Turbiditet är ett mått på grumlighet, mätt i FNU, och användes som en driftsparameter för att kontrollera att processen fungerade som den skulle. Turbiditetsmätningarna före och efter lamellsedimenteringen är särskilt intressanta att lyfta fram. I *Figur 5.8* visas samtliga turbiditetsmätningar för reningssteget kemisk fällning och lamellsedimentering med utgående turbiditet som en funktion av inkommande.



Figur 5.8. In- och utgående turbiditet vid kemisk fällning och lamellsedimentering vid sanering av Surte 2:28.

Ingående turbiditet med vatten från buffertbassängen varierade mellan 30 och 1000 FNU. Trots denna stora variation i ingående turbiditet var utgående turbiditet genomgående betydligt lägre och mer konstant. Reningssteget fungerade mycket bra och gav en stabilitet i systemet. Detta reningssteg är likvärdigt med den metod som angivits som Tekniknivå IV (se kapitel 5.4).

Buffertbassängen var ca 1 m djup och hade en yta på ca 250 m² och fungerade även som en stor sedimenteringsbassäng (se Tekniknivå II, kapitel 5.2). Då bassängen tömdes efter projektets slut återfanns ett ca 20 cm lager med sediment på botten. Det noterades att vid höga flöden in i buffertbassängen virvlades finmaterial upp från botten vilket innebär att en sedimenteringsbassäng vid höga flöden inte ger den stabila avskiljning man skulle önska.

6 PROVTAGNING OCH KONTROLL

Hur vatten från en reningsanläggning provtas har stor betydelse. Reningsresultatet kan variera stort beroende på typ av anläggning, flödesvariationer, ingående halter m.m. och olika anläggningar är olika känsliga för variationer. Vilka parametrar som ska provtas och analyseras ges ofta utifrån ambitionsnivå och lokala förhållanden.

I detta kapitel har en uppdelning gjorts i olika tekniknivåer med syftet att hitta en praktisk indelning utifrån kostnader och reningsgrad. Tekniknivå I innebär lägst kostnader och lägst reningsgrad och Tekniknivå V innebär högst kostnader och bäst reningsgrad.

6.1 Tekniknivå I. Manuell provtagning

Manuell provtagning innebär att prover tas vid ett och samma tillfälle och analyseras m.a.p. önskat antal parametrar. Analysresultaten ger en ögonblicksbild av situationen. Fördelen är att många olika parametrar kan analyseras med en bra kvalitet. Vattnet skickas in direkt till ett laboratorium som gör ackrediterade analyser. Nackdelen är att variationen av halterna över tid (t.ex. beroende på variationer i flöde) inte fångas upp.

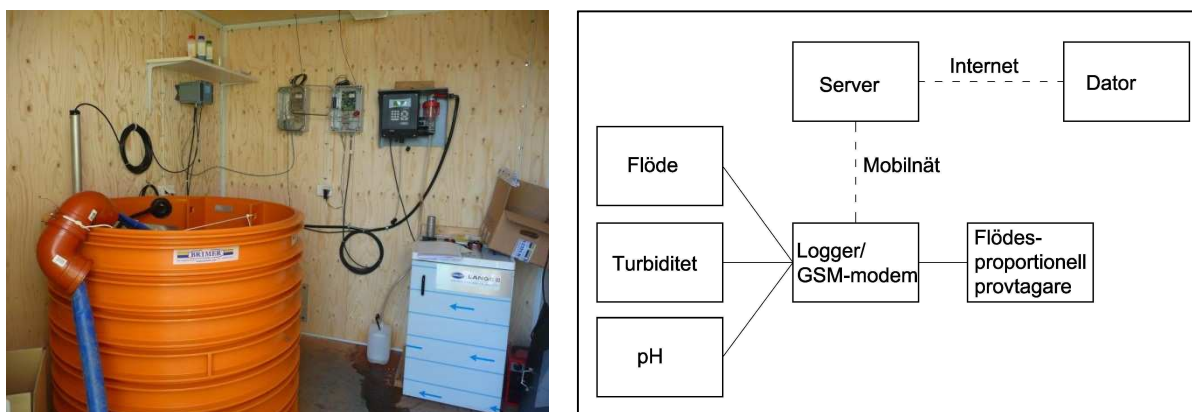


6.2 Tekniknivå II. Loggning och flödesproportionell provtagning

Det finns en rad olika givare, för olika parametrar, som mäter respektive halt direkt i vattnet. Det finns givare för pH, turbiditet, ammonium, konduktivitet m.m. Mätningarna kan sedan kombineras med andra givare för t.ex. flöde och temperatur. Resultaten kan loggas med bestämda tidsintervall och ritas upp i diagram. Även om man för många ämnen måste förlita sig på laboratorieanalyser så kan loggning av vissa parametrar ofta användas som indikatorer på hur en reningsprocess fungerar. Många föroreningar är partikelbundna och då är turbiditet en lämplig indikativ parameter för att ge en bild av hur reningsprocessen fungerar. Om värdena blir för höga på en viss parameter så kan ett larm gå ut till berörd personal via SMS eller e-post.

Vid flödesproportionell provtagning (eller flödesstyrd provtagning) tas ett litet delprov efter ett viss passerad vattenmängd. Delprovet läggs i en behållare som ofta står i kylskåp. Fördelen med denna metod är att analysresultaten ger ett medelvärde av hela den vattenvolym som passerat under perioden. Genom att det finns data på både medelhalt och total passerad volym kan det därigenom beräknas hur stor mängd av ett ämne som nått recipienten. Nackdelen med flödesstyrd provtagning är att flyktiga ämnen kan försvinna eftersom det är svårt att få provtagningskärlet lufttätt mot inloppsslangen. För dessa ämnen är det bättre med manuella provtagningar.

Flödesproportionell provtagning är mycket vanlig i VA-branschen. Som exempel kan nämnas att flödesproportionell provtagning är ett krav för avloppsreningsverk med en belastning av 500 personekvivalenter och uppåt (SNFS 1990:14). *Figur 6.1* visar en bild och funktion för en ”mätcontainer” från en NCC-arbetsplats nära Östersund. Vatten leds med självfall via en ledning in i containern till en brunn utrustad med ett mätöverfall för flödesmätning. Turbiditet och pH övervakas kontinuerligt och alla signaler loggas och skickas till en server. Via internet är det sedan möjligt att övervaka alla parametrar och ställa in larmnivåer där larmen skickas ut via e-post eller SMS. Den flödesproportionella provtagaren tar i detta fall ett delprov på 150 ml som samlas upp i en dunk placerad i ett kylskåp. Delproverna tas efter en viss mängd passerad volym t.ex. efter var 120:e kubikmeter passerad vattenvolym i mätbrunnen.



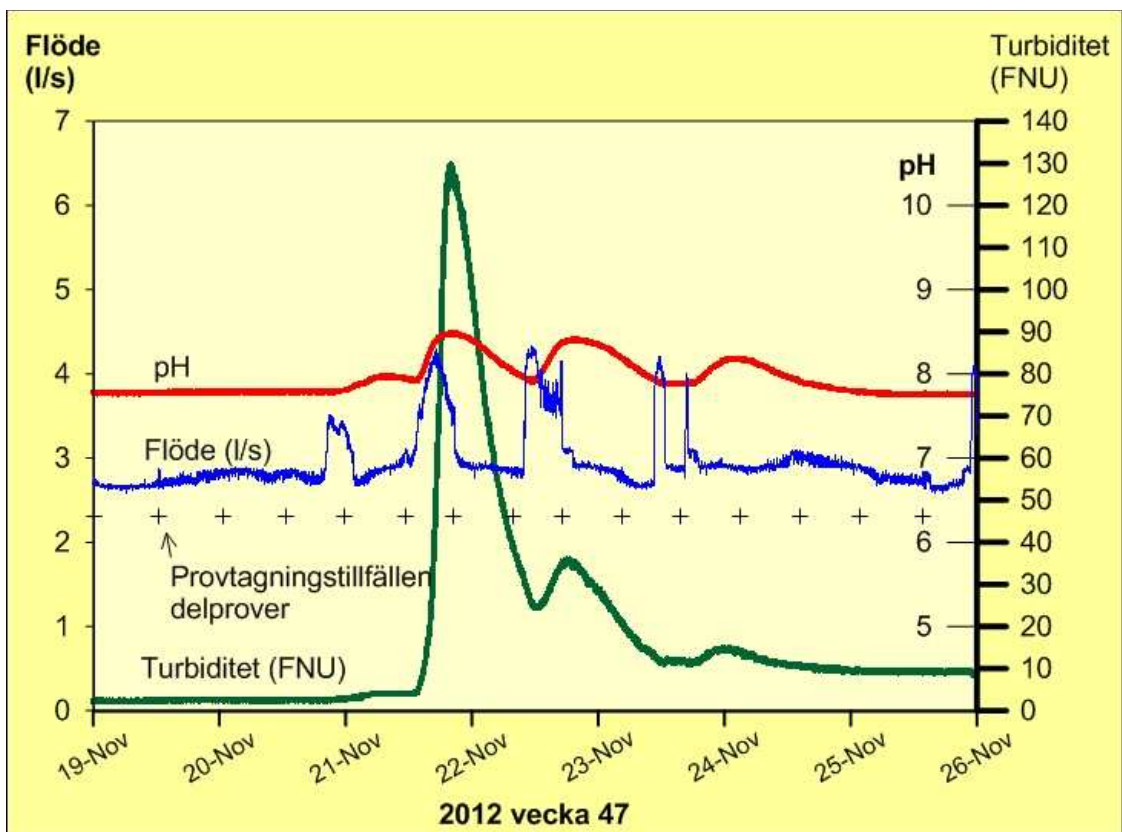
Figur 6.1. Container med loggning av mätdata och flödesproportionell provtagning

Loggning av parametrar kombinerat med larm och flödesproportionell provtagning är en mycket användbar kombination. Loggade parametrar med larm ger en övervakning i realtid och flödesproportionell provtagning ger en god uppföljning av medelhalter för provtagningsperioden.

I *Figur 6.2* visas ett diagram med loggade mätdata från länsvatten från en NCC-arbetsplats. I diagrammet framgår hur flöde, pH och turbiditet kan variera i länsvattnet. Genom att logga och redovisa mätdata i realtid fås en inblick i de dynamiska förlopp som kan finnas och hur olika parametrar samvarierar. Om ett manuellt prov tagits under den vecka som redovisas i diagrammet kan man fundera på vad analysresultaten säger om vad som har släppts ut. Analysresultaten från ett enskilt tillfälle skulle kunna visa alltför låga eller alltför höga värden.

De tillfällen när den flödesproportionella provtagaren tagit ett delprov på 150 ml har markerats i diagrammet. Flödesproportionell provtagning ger en betydligt bättre representativitet av halterna i utgående vatten. Med hjälp av total passerad vattenmängd från flödesmätningen kan man därefter beräkna utsläppta mängder av de ämnen som analyserats.

Loggning av mätdata och redovisning i realtid kombinerat med flödesproportionell provtagning ger en mycket bra kontroll över länsvattnet.



Figur 6.2. Exempel på loggade mätdata från utrustningen "mätcontainer"

6.3 Tekniknivå III. Kontrolldammar

Vid rening av kraftigt förorenat länsvatten som skall ledas till känsliga recipienter är uppsamling av renat vatten i kontrolldammar ett bra alternativ. Renat vatten leds till en damm som provtas när den är full och som töms först när analysresultaten visar att vattnet är godkänt. Denna s.k. batch-provtagning gör att inget vatten släpps ut utan att vara provtaget och godkänt.

Vid kontinuerlig drift kommer dammarna att köras växelvis. Medan en damm fylls skall det finnas tid för nästa damm att provtas, analyseras och tömmas. Det är också bra att ha en extra damm till förfogande om det skulle visa sig att en full damm inte uppfyller krav på utgående halter och vattnet måste renas på nytt. Dammarna måste förses med någon form av nödavlopp eller pålitlig styrning av inkommande vatten så att översvämning inte kan ske.

Nackdelen med dammar är att de tar stora ytor i anspråk och kräver noggrann planering i projekterings- och driftsskedet. Dammarna har dock den uppenbara fördelen att de ger full kontroll över det vatten som släpps ut till en recipient.



Figur 6.3. Dammar för uppsamling och provtagning av renat länsvatten

7 LÄNSVATTENHANTERING I ETT VIDARE PERSPEKTIV

I detta kapitel följer några exempel på hur länsvattenhantering sköts i andra länder. Man kan konstatera att man i vissa länder har kommit väldigt långt när det gäller att arbeta med de komplexa frågor som länsvattenhantering innebär. Särskilt i staten Washington i USA har man arbetat mycket med dessa frågor och har tagit fram ett strukturerat sätt att jobba på vad avser klassificering av recipienter, tekniska lösningar, tillstånd och kontrollfunktioner. I detta kapitel har därför just exemplet Washington fått stor plats.

Från Sverige har arbetet med länsvattenhantering i byggandet av Botniabanan tagits med. Det var ett stort projekt där man kom att arbeta mycket med länsvattenproblematiken.

7.1 Washington, USA

I detta kapitel redovisas övergripande hur den delstatliga miljömyndigheten i Washington, *Department of Ecology* (DoE), arbetar med s.k. construction stormwater (byggdaggvatten) för att skydda vattendrag mot grumling. Faktainsamling har gjorts i form av insamling av uppgifter på internet samt intervju med personal på DoE.

7.1.1 Övergripande lagstiftning

Clean Water Act (CWA) är den primära federala lagen i USA som reglerar förorening av vattendrag. Syftet med lagen är att återställa och upprätthålla den kemiska, fysikaliska och biologiska balansen i vatten genom att förhindra utsläpp av föroreningar i sjöar, floder, bäckar, våtmarker och kustområden. Lagen antogs 1972 och har sedan dess fått ett antal större och mindre tillägg.

Clean Water Act administreras av US Environmental Protection Agency (EPA), motsvarande svenska Naturvårdsverket, som agerar verkställande enhet och hjälper statliga och lokala myndigheter att utveckla egna strategier för utsläppskontroll. Det är även EPA som fastställer de nationella kriterierna för vattenkvalitet och tar fram riktvärden för utsläpp av föroreningar till vatten.

National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES), som ligger under CWA, har som syfte att kontrollera direkta utsläpp av reglerade ämnen till strömmande vatten. Vattenkvalitetskriterierna varierar från delstat till delstat och från plats till plats beroende på recipientens klassificering, såsom dricksvattenkälla, rekreation, fisk- och

skaldjurshabitat. De flesta stater följer dock EPA:s gränsvärden för många av de 126 ämnen som man prioriterat.

Under NPDES finns ett specifikt tillståndsprogram som fokuserar på kontroll av dagvattenutsläpp; **NPDES Stormwater Program**. Detta program reglerar dagvatten från tre källor: kommunala separata dagvattensystem, ytavrinning från byggarbetsplatser (d.v.s. länsvatten) samt från industriella aktiviteter. Dagvatten har pekats ut som en av de fem mest betydande orsakerna till försämrad vattenkvalitet i USA och programmet har utvecklats i syfte att förhindra förorenat dagvatten från att nå ytvatten.

De flesta delstater administrerar sina egna NPDES Stormwater Program och tillstånd. Varje delstat utfärdar ett eller flera s.k. **NPDES Construction General Permits (CGP)** som är allmänna tillstånd för just länsvattenutsläpp.

I likhet med EPA har Washington utformat ett generellt tillstånd som täcker länsvattenutsläpp från olika bygg- och anläggningsverksamheter. Detta är en effektiv metod för att fastställa de väsentliga krav som är lämpliga för ett brett spektrum av verksamheter, vilket sparar tid och pengar för både delstaten och de som ansöker om tillstånd. I likhet med EPA:s CGP, ska tillstånd sökas för utsläpp av länsvatten från byggarbetsplatser som är större än 1 Acre (ca 4000 m²), Dessutom ska tillstånd sökas för utsläpp av länsvatten från byggarbetsplats, oavsett storlek, som DoE anser vara en betydande källa till vattenförorening eller där vattenkvalitetsnormerna rimligen kommer att överträdas.

7.1.2 Stormwater Pollution Prevention Plan (SWPPP) – Plan för skydd av dagvattenförorening

I likhet med EPA kräver Washington att en Stormwater Pollution Prevention Plan utformas. Detta dokument måste vara klart innan man påbörjar byggnadsarbetet. Syftet med en SWPPP är att man ska:

- Identifiera reningsåtgärder för att förebygga erosion och sedimentering samt att reducera, eliminera eller förhindra förorening av länsvatten och annan vattenförorening från byggverksamheter.
- Förhindra överträdelser av kvalitetsnormer för ytvatten, grundvatten och sediment.
- Kontrollera flödestoppar och -hastigheter för länsvattenutsläpp.

Washingtons SWPPP har ett mycket starkt fokus på att man ska utforma, installera och underhålla reningsåtgärder – **Best Management Practices (BMPs)**. BMP definieras som en metod, aktivitet, praxis, förfarande eller fysisk anläggning som används,

enskilt eller i kombination med andra åtgärder, på byggarbetsplatsen för att förhindra förorening av länsvatten. Lämpliga reningsåtgärder måste tas i drift och underhållas före och under hela tiden byggnadsarbetet pågår.

De generella kraven i en SWPPP innefattar bl.a. information om

- byggarbetsplatsens karaktär (topografi, avrinning, jordarter, växtlighet);
- potentiella erosionsproblem;
- tidplan för olika aktiviteter och implementering av reningsåtgärder;
- korrigerande åtgärder då reningsåtgärderna inte uppfyller satta krav;
- beredskapsplan för ytterligare behandling eller magasinering av länsvatten som vid utsläpp skulle leda till att vattenkvalitetsnormerna överskrids; samt
- beräkningar och tekniska detaljer för utformning av dammar och andra magasin.

7.1.3 Särskilda krav i SWPPP

Utöver dessa generella krav finns tolv särskilda villkor förenade med en SWPPP. Dessa villkor ska var och en dokumenteras med både beskrivande text och figurer (kartor) i strategin.

1. Bevarande av vegetation
2. Anläggning av åtkomstpunkter för fordon
3. Kontrollera vattenflöden
4. Sedimentkontroll
5. Stabilisera jorden
6. Skydda slänter
7. Skydda inlopp
8. Stabilisera kanaler och utlopp
9. Föroreningskontroll
10. Dränerings- och avvattningskontroll
11. Underhåll av reningsåtgärder
12. Bedriva projektet och följa SWPPP

På DoE:s hemsida kan man ladda ner en mall och en handledning för att utforma sin egen SWPPP.

7.1.4 Specifika krav på reningsåtgärder (BMPs) i Washington

De reningsåtgärder man gagnar sig av måste vara förenliga med bestämmelser som går att finna i de handböcker som fastställts för västra respektive östra Washington (*Stormwater Management Manual for Western/Eastern Washington*).

Det finns drygt 40 godkända metoder (BPM) i manualen.

Här är några exempel:

- BMP C131: Gradient Terraces- Terrassering av slänter
- BMP C207: Check Dams-Kontrolldammar
- BMP C230: Straw Bale Barrier- Barriärer av stråbalar
- BMP C233: Silt Fence- Siltstaket
- BMP C234: Vegetated Strip- Vegetationsstråk
- BMP C240: Sediment Trap- Sedimentfälla
- BMP C241: Temporary Sediment Pond- Temporär sedimenteringsdamm
- BMP C250: Construction Stormwater Chemical Treatment- Kemisk rening av länsvatten
- BMP C251: Construction Stormwater Filtration- Filtrering av länsvatten

I arbetsplatsens SWPPP förbinder man sig att använda, underhålla och följa upp hur de BMP som man förbundit sig att använda fungerar.

7.1.5 Kontrollprogram och certifierad personal

Vid byggarbetsplatser som är större än 4000 m², ska kontroll utföras av en certifierad person – Certified Erosion and Sediment Control Lead (CESCL). Utbildning och certifiering erbjuds av kommuner, konsulter och andra företag som godkänts av Department of Ecology.

Resultaten från kontrollen ska sammanfattas och rapporteras i en loggbok, som en bilaga till SWPPP. Från DoE:s hemsida finns handledning för kontroll i form av mallar på checklistor

7.1.6 Korrigerande åtgärder

Länsvattenstrategin måste revideras om det visar sig att den inte ger tillfredsställande resultat m.a.p. eliminering eller betydande minskning av förorening av länsvatten. Ändringar av SWPPP måste göras inom sju dagar efter kontroll av byggarbetsplatsen. Korrigerande åtgärder, såsom nya eller modifierade reningsåtgärder, ska vara i drift så snart som möjligt och högst tio dagar efter att problemen upptäckts.

7.1.7 Krav på rapportering och dokumentation

För de byggarbetsplatser där turbiditet och pH kontrolleras (de flesta byggarbetsplatser) ska resultat från provtagningar lämnas in till DoE:s *Discharge Monitoring Reports Program*. Det elektroniska rapporteringssystemet genererar automatiskt en rapport och meddelar användaren när kraven som följer med tillståndet inte efterlevs. På så sätt ger systemet en tydlig dokumentation över när och var provtagning skett, analysresultat och nödvändiga korrigerande åtgärder som skett eller bör ske. All dokumentation över egenkontroll (loggbok, provtagningsresultat, kontrollrapporte, etc.), SWPPP och all annan dokumentation som rör länsvattentillståndet måste sparas under hela byggprojektets skede och minst tre år efter det att tillståndet avslutats. Dokumentationen ska finnas lätt tillgänglig att visas upp på skriftlig begäran från DoE eller allmänhet.

7.1.8 Utsläppskrav och utsläppsgränser

Alla utsläpp måste uppfylla kraven i kvalitetsnormerna för ytvatten (Chapter 173-201A WA). Dessa kvalitetsnormer gäller för en rad olika ämnen. För byggarbetsplatser ligger stort mycket fokus på turbiditet.

För vattendrag i delstaten Washington så tillämpas ett generellt *riktvärde* för turbiditet. Vissa känsliga vattendrag är dock undantagna och där gäller ett strikt *gränsvärde* för turbiditet. Därutöver finns en tredje kategori för vattendrag som hålls under speciell uppsikt. Här gäller specifika regler för varje plats där gränsvärden sätts för total utsläppt mängd, Total Maximum Daily Load (TMDL) för turbiditet, pH och fosfor.

Generella riktvärden för turbiditet

A. Riktvärde för turbiditet=25 NTU

Provtagningsfrekvens: Veckovis

Provtagningspunkt: Utgående vatten från arbetsplatsen

B. Om turbiditeten är 26-249 NTU

Åtgärder:

I. Gör en översyn av *Planen för skydd av dagvattenförorening* (SWPPP) inom 7 dagar.

II. Vidtag omedelbart åtgärder med att underhålla och implementera reningsåtgärder (BMP) inom 10 dagar. Om det inte är möjligt att vidta tillräckliga åtgärder inom 10 dagar kan DoE tillåta en förlängning av 10-dagars perioden.

III. Dokumentera vidtagna åtgärder (BMP) i loggboken.

C. Om turbiditeten är högre än 250 NTU

Åtgärder:

- I. Ring till DoEs journalnummer inom 24 timmar.
- II. Gör en översyn av *Planen för skydd av dagvattenförorening* (SWPPP) inom 7 dagar.
- III. Vidtag omedelbart åtgärder med att underhålla och implementera reningsåtgärder (BMP) inom 10 dagar. Om det inte är möjligt att vidta tillräckliga åtgärder inom 10 dagar kan DoE tillåta en förlängning av 10-dagars perioden.
- IV. Dokumentera vidtagna åtgärder (BMP) i loggboken.
- V. Ta dagliga prover fram till är under riktvärdet.

Gränsvärden för turbiditet (gäller vattendrag i s.k. 303(d)-listan)

Som gränsvärde kan någon av följande två mätmetoder tillämpas:

A. Gränsvärde för turbiditet=25 NTU

Provtagningsfrekvens: Veckovis

Provtagningspunkt: Utgående vatten från arbetsplatsen

B. Alternativ mätning i vattendraget

Maximalt 5 NTU över bakgrundshalterna när bakgrundshalterna är 50 NTU eller mindre, eller 10 % ökning av turbiditeten när bakgrundshalterna är mer än 50 NTU.

Bakgrundshalterna mäts omedelbart uppströms eller utanför influensområdet. Halterna nedströms mäts inom influensområdet.

Influensområdet definieras enligt följande:

| Vattendragets flöde | | Avstånd nedströms utsläppspunkt | |
|----------------------------------|---------------------|---------------------------------|-----|
| (cfs) | (m ³ /s) | (fot) | (m) |
| <10 | <0.3 | 100 | 30 |
| 10-100 | 0.3-3 | 200 | 60 |
| >100 | >3 | 300 | 90 |
| Ej flödande vattendrag t.ex. sjö | | 150 | 45 |

C. Vid överskridande av gränsvärdet

Detta betraktas som en överträdelse av tillståndet. Vid överträdelse utgår vite på upp till USD 10 000 eller fängelse.

Utsläppskrav för vattendrag med TMDL

Förutom de regler för vattendrag listade under Section 303 (d) i CWA, finns även recipienter där man fastställt ett *Total Maximum Daily Load* (TMDL). Specifika krav gäller för varje vattendrag där den totala maximala dagliga belastningen är en beräknad maximal mängd av en förorening som kan släppas ut till ett vattenområde och fortfarande uppfylla satta normer för vattenkvaliteten.

7.1.9 Avancerade reningsmetoder

DoE i Washington har på sin web-sida vattenreningsutrustning och tekniker som olika företag fått godkänt att användas på byggarbetsplatser för rening av länsvatten. En teknik som används är sandfiltrering där polymeren Chitosan tillsätts som flockbildare för sandfiltret. Chitosan produceras lokalt av krabbskal som är en restprodukt från fiskeindustrin. Även andra mer konventionella tekniker med kemisk rening finns med på listan.

7.2 Storbritannien

I Storbritannien går det ofta att släppa länsvatten till de lokala avloppsreningsverken.¹¹ Kraven varierar från plats till plats. Thames Water Utilities Ltd i London har följande krav: 2000 mg/l av suspenderat material och 300 mg/l av kolväten.

För utsläpp direkt till recipient sätts kraven av *Environmental Agency* och kraven varierar beroende på recipientens storlek. Några vanligt förekommande krav är: 60 mg/l av suspenderat material, ingen synlig oljefilm och pH mellan 6 och 9.

7.3 Hongkong

I Hongkong används relativ avancerad rening av länsvatten sedan slutet av 90-talet.¹² Ett exempel är projektet ”Express Rail Link” som är en 26 km lång järnvägsträckning i Hongkong som ansluter till det kinesiska fastlandet. Sträckningen som är uppdelat i 9 entreprenader byggs mellan 2009 och 2015. Under en period var det totalt 25 enheter av märket ”Wetsep” i drift på olika platser längs projektet. Wetsep är en anläggning som använder på fällning, flockning och sedimentering för att rena länsvattnet.

¹¹ Muntliga uppgifter från Siltbuster Ltd, Monmouth, Wales

¹² Muntliga uppgifter från Waste & Environmental Technologies Ltd i Hong Kong

7.4 Botniabanan-Ett exempel på arbete med länsvattenfrågor

Botniabanan är en järnväg på 190 km som byggdes mellan 1999 och 2010 och sträcker sig mellan Nyland i Ångermanland och Umeå i Västerbotten. I början av projektet uppstod mycket kraftig grumling i Nylandsbäcken och Bryngeån vilket ledde till ett par chefer blev åtalade för miljöbrott. Cheferna friades men händelserna föranledde att man på ett systematiskt sätt började arbeta med dessa frågor. Det togs fram undersökningar om vattendragens känslighet samt utvecklades åtgärder och kontrollmetoder för att förhindra grumling. I upphandlingarna för de olika sträckorna ställdes konkreta krav på grumlingsförebyggande åtgärder.

I en utredning¹³ som togs fram av SLU drogs slutsatsen att negativa effekterna av grumling i ett vattendrag kan delas in i två delar kategorier.

1. Partiklar som sedimenterar på botten riskerar att öka dödligheten för bottenlevande djur och förstöra lekbottnar för fisk. Skadorna kan vara långsiktiga. Sedimentation orsakas av partiklar som är så pass stora att de kan sedimentera på botten.

2. Grumling orsakad av finpartiklar. Detta kan ge skador på vattenlevande djur men är av mer övergående karaktär. Grumling orsakas av partiklar som är så pass små att de inte kan sedimentera i det strömmande vattendraget.

Vad gäller finpartiklar i vatten från schaktarbeten så inriktade man sig i projektet Botniabanan på att förebygga erosion och att behandla vatten innan det avleds till recipient. I upphandlingarna angavs att avskärande diken skulle anläggas så att så lite vatten som möjligt kom i kontakt med schakterna. Det ställdes krav på entreprenören att genomföra skyddsåtgärder i form av fördröjningsmagasin och sedimentfällor samt på hur dessa skulle skötas.

Totalt byggdes 16 tunnlar med en sammanlagd längd av 25 km. I den längsta tunneln användes kemisk fällning, sandfilter och pH-justering. I övriga tunnlar användes bassänger och containrar för oljeavskiljning och sedimentering. I de flesta tunnlar löstes pH- och kväveproblematiken genom utspädning i större sjöar med bra utspädning. I några fall infiltrerades tunnelvatten i myrmarker.

Kraven på skyddsåtgärder ställdes som ett utförandekrav och inte ett funktionskrav, d.v.s. man beskrev hur åtgärderna skulle utföras och kontrolleras istället för att enbart ställa krav på vilka halter som skulle uppfyllas.

¹³ Effekter av grumling och sedimentation på fauna i strömmande vatten. - En litteratursammanställning. Peter Rivinoja och Stefan Larsson, SLU 2000-06-20

En bit in i projektet blev tre sjöar längs sträckningen kraftigt grumlade, vilket orsakade svarta rubriker i tidningarna. Särskilt utsatt blev Åtesjön där vattnet i en tidning liknades vid "O'boy". Enligt uppgifter från Örnsköldsviks kommun fanns det i huvudsak två anledningar till att grumlingen av sjön inträffade: 1. Man hade i projekteringsskedet påtagligt underskattat de vattenflöden som kunde uppstå i slutningen ovan järnvägssträckningen. 2. Entreprenören forcerade avtäckning av vegetation i stora områden och försummade att utföra överdiken med tillräcklig kapacitet. Stora mängder vatten samlades i schakterna vars väggar brast varvid stora mängder finkorning jord spolades ner i sjön. Grumlingen var mycket kraftig och på grund av att omsättningen i sjön var mycket låg, tog det flera år innan grumlingen hade klingat av till normala nivåer. Botniabanan satte in stora resurser på att komma tillrätta med problemet. En noggrann uppföljning gjordes av fiskbeståndet i sjön som efter några år visade på en återhämtning. Enligt Örnsköldsviks kommun fanns en annan entreprenad i närheten med liknande förutsättningar men där man lyckades mycket bättre med att skydda arbetsområdet från erosion.

Botniabanan är ett exempel där man under projektets gång jobbade brett med frågor kring länshållningsvatten, alltifrån recipientundersökningar till teknik, kontroll och upphandlingsfrågor.

8 LÄNSVATTENHANTERING OCH UPPHANDLING

I detta kapitel görs en genomgång av de standardskrivningar som finns för utförande- och totalentreprenader samt vad dessa kan innebära för entreprenör respektive beställare.

8.1 Utförandeentreprenad

8.1.1 Allmänt

I en utförandeentreprenad är det beställaren som utför projekteringen. I projekteringen tas bygghandlingar fram som består av ritningar och beskrivningar. Därefter upphandlas en entreprenör som åtar sig att utföra arbetet så som det framgår av handlingarna. Entreprenören kan endast i begränsad omfattning påverka de tekniska lösningarna. I en utförandeentreprenad talar man om att beställaren ställer utförandekrav, d.v.s. krav på hur entreprenören skall utföra arbetet.

Det standardavtal som gäller för utförandeentreprenader är AB (*Allmänna bestämmelser för byggnads-, anläggnings- och installationsentreprenader*).

I upphandling av en utförandeentreprenad är det mer eller mindre standard att AMA används. AMA (Allmän material- och arbetsbeskrivning) är en serie av referensböcker som ges ut av AB Svensk Byggtjänst.

AMA innehåller tekniska krav på utförande, material och kontroll. Texterna i AMA är allmänt accepterade och framtagna i samarbete med byggsektorns olika parter. Förfrågningsunderlaget i en utförandeentreprenad omfattas bland annat av tekniska beskrivningar och det är vanligt att dessa ansluter till AMA. Det innebär att man åberopar text i AMA som då gäller som föreskrifter i det aktuella projektet. Entreprenören svarar för produktionen och därmed att utföra objektet enligt beskrivningen och övriga kontraktshandlingar.

8.1.2 Vad står det om länsvatten i AMA?

I AMA AF 12 **AFG.81-länshållning**, behandlas allmänna krav på länsvatten. Exempelvis anges följande: ”*Länshållning skall utföras på sådant sätt att finkornigt jordmaterial inte sköljs ur och transporteras bort.*” Entreprenören har alltså ett ansvar att pumpa på ett ansvarsfullt sätt så att inte finkornigt material sköljs ur jorden. Detta är viktigt ur flera aspekter. Den befintliga jorden kan erodera och ledningar kan blockeras av finmaterial. Ett vattendrag som recipient kan också ta skada av att ta

emot stora mängder finkornigt jordmaterial. Vid schakt i förorenad jord är det av särskild stor vikt eftersom föroreningar ofta är bundna till finpartiklar.

I Råd och anvisningar till AMA AF 12 **AFG.81-länshållning** står följande: ”*Ange i teknisk beskrivning... jordlagrens beskaffenhet och dylikt*”. Det är alltså beställarens ansvar att ange vilka jordlager som finns så att entreprenören kan bilda sig en uppfattning om hur erosionskänslig jorden är.

I Anläggning AMA 10 **BCB.11-Tillfällig avledning av vatten**, finns följande text angiven: ”*Vatten ska avledas så att vattensamlingar, erosion, upptryckning och uppluckring i schakter m.m. förhindras och så att område med befintlig växtlighet och jord som ska bevaras eller tas tillvara inte skadas.*” Även här beskrivs entreprenörens ansvar för hur man hanterar vatten på arbetsplatsen.

I Råd och anvisningar till Anläggning AMA 10 **BCB.11-Tillfällig avledning av vatten**, återfinns följande text: ”*Här anges hantering av vatten med specificerade krav på utförande, såsom avledning med dränerande lager, grundvattensänkning eller portrycksänkning. Ange... ytvattenförhållanden och övriga geohydrologiska förutsättningar ...hur förorenat vatten ska tas om hand eller renas.*”

Beställaren skall alltså ange hur förorenat vatten ska tas omhand eller renas. Denna punkt måste ses som en viktig del vad gäller länsvattenhantering och upphandling i en utförandeentreprenad då det följer den grundläggande tesen att beställaren anger hur ett arbete ska utföras. Vidare ska beställaren ange viktiga geologiska och hydrologiska förhållanden i området. Detta är inte minst viktigt för att entreprenören ska kunna bedöma hur vatten ska hanteras inom området. Det som står i Råd och anvisningar är uppgifter som entreprenören kan förvänta sig ska finnas med i förfrågningsunderlaget. I USA hanteras detta ofta genom krav på BMP (Best Management Practices), se kap 7.1.4. I Sverige skulle detta t.ex. kunna göras genom krav på tekniknivå, t.ex. enligt uppdelningen i kap 5.

Sammanfattningsvis kan sägas att texterna under AFG.81 och BCB.11 anger att entreprenören har ett ansvar för hur vatten hanteras och att t.ex. finkornigt material inte sköljs ur, medan beställaren har ett ansvar att tala om hur geologin ser ut och hur vattnet ska renas.

I kapitel 3.2.3 beskrivs hur man kan förebygga grumling. Det finns en hel del en entreprenör kan göra för att förebygga att finmaterial, som det uttrycks i AFG.81, ”*inte sköljs ur*”. Det är däremot många gånger en praktisk omöjlighet att helt förhindra att finkornigt material följer med länsvattnet. I många entreprenader anges krav på mängden finmaterial i utgående vatten som suspenderat material (mg/l) eller som

turbiditet (FNU), där syftet är att skydda en recipient. I dessa fall har finmaterial i sig blivit en förorening. När krav av den här typen ställs i en utförandeentreprenad är det viktigt att beställaren anger hur vattnet ska renas.

8.2 Totalentreprenad

I en totalentreprenad är det entreprenören själv, eller med hjälp av konsulter, som utför projekteringen. Beställaren lämnar vanligtvis ett underlag där den önskade funktionen framgår men inte exakt hur det skall utföras. Entreprenadformen kallas ibland även för *funktionsentreprenad*. Det standardavtal som gäller för totalentreprenader är ABT (Allmänna bestämmelser för totalentreprenader avseende byggnads-, anläggnings- och installationsarbeten).

AMA är främst tillämpbar i utförandeentreprenader men kan även användas i totalentreprenader. I totalentreprenader benämns tekniska beskrivningar ofta rambeskrivningar där krav på funktion anges för det som ska byggas. Totalentreprenören svarar både för projektering och produktion.

Ett vanligt funktionskrav vad gäller länsvatten är att utgående vatten skall klara vissa halter t.ex. med avseende på suspenderat material, metaller och organiska ämnen. Här blir det särskilt viktigt att beställaren har lämnat uppgifter i form av undersökningar eller andra utvärderingar så att entreprenören har ett underlag att själv projektera en tillfällig vattenreningsanläggning för länsvattnet.

I ABT 06, kapitel 1 § 6 finns följande text: ”*Om inte annat föreskrivs så förutsätts beställaren i förfrågningsunderlaget ha lämnat de uppgifter som kan erhållas vid en fackmannamässig bedömning av den fastighet eller delar av fastighet som berörs av kontraktarbetena.*”

Samt i **ABT 06, Kommentar till kapitel 1 § 6**: ”*I entreprenörens åtagande ingår normalt inte demontering, förstörande åtgärder eller markundersökningar...*”

Entreprenören skall alltså räkna med att från beställaren få ett tillräckligt bra underlag för att kunna bedöma vilka åtgärder som behövs för att rena länsvattnet.

8.3 Diskussion-Entreprenadform och länsvattenhantering

I kapitel 3 "Att bedöma insatser för länsvattenrening" redovisas tre viktiga arbetsmoment i planeringen av ett projekt:

- A. Bedömning av recipientens känslighet. Fastställande av maximala halter eller mängder för olika parametrar.
- B. Bedömning av karaktären av det länsvatten som kommer uppkomma med avseende på halter och flöden.
- C. Utifrån A+B, fastställa lämplig reningsteknik med rätt kapacitet.

Utifrån de skrivningar som finns i AMA, AB och ABT och skulle *Beställarens* och *Entreprenörens* åtagande i planeringen av ett projekt avseende dessa arbetsmoment kunna sammanfattas enligt följande:

Tabell 8.1. Fördelning av arbetsmoment för respektive entreprenadform

| | Beställare | Entreprenör |
|----------------------|------------|-------------|
| Utförandeentreprenad | A, B, C | - |
| Totalentreprenad | A, B | C |

Mycket hänger på beställaren i planeringen av ett projekt. Det är endast i en totalentreprenad som entreprenören ska utföra steg C (fastställa lämplig reningsteknik och kapacitet.)

En intressant jämförelse kan göras med geotekniska utredningar som ska ligga till grund för projektering av grundläggning och andra geotekniska åtgärder. I Trafikverkets projekt läggs ofta mer resurser på geotekniska undersökningar i totalentreprenader än i utförandeentreprenader. Anledningen är att det krävs ett bättre underlag i en totalentreprenad när entreprenörer under konkurrens skall projektera och ta ansvar för olika geotekniska åtgärder jämfört med en utförandeentreprenad. I en utförandeentreprenad har beställaren en viss "säkerhetsmarginal" och kan utan konkurrerande förslag projektera en åtgärd utifrån ett visst underlag.

Att ta fram lämplig reningsteknik och flöden (C) för en entreprenör skulle analogt kräva mer av beställaren i en totalentreprenad vad avser A och B enligt ovan.

Ett problem är dock att vad gäller att planera för länsvattenhantering i ett projekt finns inte samma regelverk och praxis som för geoteknik. Resultatet blir att valet av reningsteknik, oavsett entreprenadform, tenderar att bli godtyckligt och såväl för låg

som för hög ambitionsnivå kan väljas utifrån vad som behövs för att skydda recipienten.

9 WORKSHOP LÄNSVATTEN

9.1 Syfte och gruppens sammansättning

Gruppen har bestått av personer som ofta kommer i kontakt med problematik kring länsvattenhantering i projekt eller upphandlingar. Gruppen varit sammansatt av personer som i vanliga fall jobbar i helt olika roller som entreprenör, offentlig beställare eller tillsynsmyndighet.

Beställare, tillsynsmyndighet och entreprenör har naturligt olika roller vad gäller miljöskyddande åtgärder i ett byggprojekt. Tillsynsmyndighetens uppgift är att se till att Miljöbalken följs. Vad gäller länsvatten så är det vanligt att man ställer krav på halter i det vatten som ska ledas till recipienten. Det ställs även krav att dessa kontrolleras på rätt sätt.

Beställare och tillsynsmyndighet har i ett tidigt skede av ett projekt möjlighet att belysa olika frågeställningar i samråd. En recipients känslighet och eventuell påverkan och risker av ett byggprojekt kan diskuteras i en öppen dialog. Beställare har därmed möjlighet att bilda sig en god uppfattning om innebörden och bakgrunden till de krav en tillsynsmyndighet kan ställa.

Däremot är en beställares och en entreprenörs möjlighet till öppen dialog beroende av upphandlingsformen. En offentlig beställare är bunden till LOU/LUF vilket medför en strikt formell affärsrelation. Krav på skydd av recipienten, som t.ex. länsvattenrening, måste formuleras så att alla anbudsgivare har samma information. Dialogen mellan beställare och entreprenör under anbudsskedet sträcker sig till skriftliga formella frågor och svar som redovisas för alla anbudsgivare. Entreprenörerna som lägger anbud vet att de har konkurrenser som noga avväger priset i varje post i handlingarna. Det är just därför som kalkylerbarhet är ett nyckelord vid anbudsupphandlingar. Entreprenören måste kunna få en god uppfattning om vilka insatser som krävs.

Idén bakom workshopen har varit att träffas och öppet kunna diskutera frågeställningar och svårigheter som beställare, entreprenör och tillsynsmyndighet kan möta vad gäller länsvattenhantering i projekt och särskilt i upphandlingsfasen.

9.2 Gruppens arbete

Gruppen har utgjorts av följande personer:

Otto Graffner, Hydrogeolog, Trafikverket Göteborg
Olof Stenlund, Miljöspecialist, Trafikverket Göteborg
Gunnar Jellbin, Uppdragsledare, Trafikverket Göteborg
Karin Landström, Miljöförvaltningen Göteborg
Urban Lindqvist, Länsstyrelsen Västra Götaland (andra mötestillfället)
Sven Melkersson, Kalkylchef NCC Infra
Johan Magnusson, NCC Teknik

Gruppen har träffats vid två tillfällen. Vid första tillfället (en halv dag) gick man igenom en rad tillvägagångsätt och problemställningar runt hantering av länsvatten i framförallt vägprojekt. En presentation av olika reningstekniker och provtagnings-tekniker gick igenom med ett liknande upplägg som finns i kapitel 3.2.3 i denna rapport. Möjliga vägar för att hitta bra lösningar i upphandlingar var i fokus. Varje deltagare fick dela med sig av positiva och negativa erfarenheter samt framföra vad man anser vara viktiga frågor i sin roll som beställare, entreprenör eller tillsynsmyndighet.

Vid första tillfället fick varje deltagare en uppgift med sig tillbaka. Uppgiften bestod i ett påhittat projekt med olika (fullt realistiska) frågeställningar runt recipienter och utsläppskrav, hantering och rening av länsvatten, samt upphandlingsfrågor. En sammanställning av uppgifterna låg sedan till grund för nästa mötestillfälle.

I denna rapport redovisas dels diskussionen från första mötestillfället och därefter en sammanfattning av vad de olika parterna i gruppen anser vara viktiga frågor vid upphandling av länsvattenhantering i projekt.

9.2.1 Diskussion vid första mötestillfället

Gruppens synpunkter har spänt över många områden som har sammanfattats under två huvudrubriker. När någon av de olika deltagarna på ett särskilt sätt betonat någon fråga har detta markerats med B (Beställare), E (Entreprenör) eller TM (Tillsynsmyndighet).

Diskussion angående skydd av recipient

Ett byggprojekt föregås alltid av en rad utredningar för miljö, geoteknik o.s.v. Dessa utredningar ligger till grund för projektering av det färdiga objektet men de ligger också till grund för projektering av temporära åtgärder för att skydda miljön under

byggtiden, t.ex. hantering av länsvatten. De utredningar som tas fram finns ofta med som bilagor i förfrågningsunderlaget.

Vad som skall beaktas avseende den lokala recipienten för vatten från arbetsplatsen var en återkommande fråga under gruppens diskussioner. Alla åtgärder som ska göras måste utgå från vad recipienten klarar (se även kapitel 3.1). Ofta används riktvärden för t.ex. grumling utan att man egentligen undersökt bakgrundshalterna i vattendraget. Vad gäller grumling så kan ett mindre vattendrag grumlas naturligt t.ex. vid kraftiga regn och höga flöden.

Det kan också vara så att det finns särskilda tider som är känsliga för fisk och det kan finnas särskilda lekbottnar som kan vara extra känsliga för att sediment avsätts på botten. **B** framförde att det borde vara möjligt att bättre bestämma ett vattendrags förhållanden genom att t.ex. ett år i förväg mäta vattendragets naturliga grumling och flödesvariationer. Det kan vara så att tillfällig grumling kan tillåtas under perioder av året medan det under andra perioder starkt måste begränsas.

TM framförde att i Göteborg finns Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för avloppsvattenutsläpp till dagvatten och recipienter som är generella för alla typer av verksamheter och för utsläpp till känsliga vattendrag. Dessa riktvärden kan anpassas. Detta kräver dock ett underlag så att en platsspecifik bedömning kan göras. Är man ute i god tid finns möjligheter att föra en dialog om riktvärden för en specifik recipient.

E framförde att mer kan göras i ett utredningsskede. T.ex. vilka arbetsmoment som kan exponera erosionskänsliga jordarter i slänter eller andra ytor. Ofta föreslås sedimentering som en åtgärd för länsvatten. Möjligheten att med sedimentering rena vatten är starkt avhängigt av mängden finpartiklar i vatten. Sedimentering och oljeavskiljning är vanliga tekniker i entreprenadsammanhang. Att byta till någon mer avancerad teknik är kostsamt och komplicerat (se även kap 3.2.3). En utredning bör ta fasta på om det är möjligt att uppnå önskad reningseffekt genom sedimentering och oljeavskiljning.

Vad gäller underlag så konstaterade både **B** och **E** att det krävs lika goda utredningar vare sig det är en utförande- eller totalentreprenad. Den ska som ska göra projekteringen måste ha ett bra underlag.

Alla deltagare konstaterade att det saknas en god praxis för hur länsvattenhantering skall hanteras i en entreprenad. **E** gjorde en jämförelse med geoteknik och hur både **B** och **E** kan projektera t.ex. en temporär spont med en geoteknisk utredning som underlag. Samma utredning kan användas för projektering både i en

utförandeentreprenad och i en totalentreprenad. För länsvattenrening saknas samma tydliga riktlinjer som t.ex. finns i sponthandboken.

Upphandling och länsvattenhantering

Vad gäller upphandlingsfrågor tog diskussionerna under workshopen sin utgångspunkt i vilka krav som ska finnas i en utförande- respektive en totalentreprenad. För rening av länsvatten är i en utförandeentreprenad de tekniska kraven centrala medan det i en totalentreprenad är funktionskraven (ofta krav på utgående halter) som är styrande.

E menade att det många gånger ställs funktionskrav även i utförandeentreprenader vilket skapar svårigheter i anbudsarbetet. Många gånger ställs både utförandekrav och funktionskrav och då är det svårt att veta vem som har ansvar för vad. Exempel på detta är när det står i förfrågningsunderlaget att rening av vatten ska ske genom oljeavskiljning och sedimentering (enligt en viss specifikation) samtidigt som vissa krav på halter ska uppfyllas. **E** menade också att det är viktigt att grunden till ställda krav finns med i underlaget.

B framhöll att det finns ett värde i att inte styra upp entreprenörens arbete för mycket. Syftet är att främja innovativa och kostnadseffektiva lösningar vad gäller schakter, transporter m.m. När entreprenören får friare ramar måste denne också ta ett helhetsansvar för vattenhanteringen eftersom den bara är en del av en större helhet när entreprenören planerar och driver sitt arbete. **B** förordrar för den skull ha funktionskrav för länsvattenhantering och inte utförandekrav, även i en utförandeentreprenad. Oavsett entreprenadform behövs tillräckligt med undersökningar och underlag tas fram av beställaren så att rätt hantering av länsvatten kan utföras av entreprenören.

Både **B** och **E** var överens om att det märks att konsulter som tar fram förfrågningsunderlag många gånger använder ”copy/paste” där det saknas tydlig praxis och att detta inte är bra.

Deltagarna konstaterade att det ofta finns en begreppsförvirring vad gäller olika saker. Exempel på detta är olika begrepp för vatten som länsvatten, schaktvatten, dagvatten, tunnelvatten, processvatten och avrinningsvatten. Eller vad är det för skillnad på slamavskiljning eller sedimentering? Är det en klassad oljeavskiljare som krävs eller räcker det med oljeavskiljande förmåga.

Gruppen konstaterade att det finns ett gränsdragningsproblem om vilket vatten som entreprenörens åtagande gäller. Det kan t.ex. längs en flera kilometer lång vägsträcka finnas många ställen där vatten passerar in och ut genom arbetsområdet. Vilket vatten har entreprenören ansvar för?

Något som skulle underlätta vid en upphandling av länsvattenrening är om man kunde ställa krav på att en viss teknik skall användas istället för att ställa krav på halter, liknande BMP som används i USA. **TM** fick frågan om vad man ansåg om detta. **TM** svarade att i områden med någorlunda homogena massor och som är rena eller lätt förorenade skulle detta kunna fungera om det finns tillräcklig erfarenhet inom liknande projekt. Inom mer förorenade områden och där massorna är mer förorenade anser **TM** att det är svårare. Mer kontroll behövs på utgående vatten för att skydda recipienten samt beredskap för att sätta in extra reningsåtgärder om det behövs. **B** framförde att delar i det verktyg som i USA används i entreprenader, SWPPP, (plan för skydd av dagvattenförorening, kap 7.1.2) eventuellt skulle kunna tas med i det som kallas Miljöplan i Trafikverkets entreprenader.

9.2.2 Sammanfattande synpunkter

Nedan har gruppens olika synpunkter från de två mötestillfällena sammanfattats.

Tillsynsmyndighet

I Göteborg finns riktlinjer och riktvärden för länsvatten som bör följas. Det är dock positivt att ta fram platsspecifika riktvärden som utgår från undersökningar av en recipient.

Inom områden där det inte finns en föroreningsproblematik kan man också tänka sig att ställa krav på metod och utförande istället för riktvärden om det finns tillräckligt erfarenhet från liknande projekt. Det finns också anledning för en tillsynsmyndighet att vara försiktig med att ställa krav på metod eftersom detta riskerar att konservera den utvecklingen.

Vad gäller provtagning och kontroll så vill man att vattenreningsutrustningens funktion skall verifieras genom provtagning före och efter anläggningen innan vattnet leds till recipient. Möjlighet att magasinera eller recirkulera vattnet bör finnas innan man kontrollerat att utrustningen fungerar. Därefter sker löpande kontroll genom provtagning.

Beställare (Trafikverket)

Det är önskvärt att mer noggrant utreda recipienterna före ett projekt. Naturvärden och naturliga variationer av t.ex. turbiditet och vattenkemiska bakgrundshalter blir styrande för vilka krav som skall ställas på länsvattnet.

Vid en utförandeentreprenad utför beställaren en förprojektering mot bakgrund av förväntade flöden och vattenkvalitet. Entreprenören utför sedan en detaljprojektering där ansvar för kontroll av vatten ingår. Det är bra om det finns utrymme i upphandlingen att komplettera reningsmetoden med en konkurrensutsatt

marginalkostnad. Vid en totalentreprenad vill man inte låsa entreprenörens arbetssätt varvid enbart funktionskrav ska ställas. Entreprenören ansvarar för förprojektering, detaljprojektering och kontroll av anläggningen. Generellt är det bättre att ställa funktionskrav än utförandekrav för länsvatten.

Entreprenör

Alla poster i en upphandling behöver vara kalkylerbara, d.v.s. entreprenören måste genom en fackmannamässig bedömning kunna bilda sig en uppfattning om vilka insatser som krävs och sedan prissätta dessa i anbudet. Det är också viktigt med avgränsning av ansvaret för vatten som rinner in i arbetsområdet t.ex. från bäckar och diken.

Det behöver finnas utredningar som beskriver vilka föroreningar eller vilken grumlingsproblematik som kan förväntas med normala schaktmetoder. Sedimentering och oljeavskiljning är metoder som är någorlunda lätta att tillgripa. Om något annat kan förväntas bör detta framgå. I förorenade områden kan man förvänta sig att mer avancerade reningsmetoder behövs. Om det redan i förfrågningsunderlaget framgår att vanlig sedimentering inte fungerar får entreprenören möjlighet att vara förberedd för detta och kan t.ex. i anbudsarbetet ta in offerter för en mer avancerad rening.

Det vore önskvärt det arbetades fram "Bästa praxis" med olika lösningar liknande de man använder i USA. Önskvärt med "Bästa praxis" alltifrån enkla erosionskyddande åtgärder till mer avancerade metoder.

Gruppens rekommendationer för fortsatt arbete

Recipienten måste vara i fokus och upphandlingen ska vara tydlig. Detta kan tyckas vara enkelt men frågeställningarna blir lätt komplexa. Ett sätt att komma vidare med dessa frågor kan vara genom ett pilotprojekt, gärna i ett större infrastrukturprojekt där man tar ett helhetsgrepp om frågorna kring länsvatten. I ett sådant projekt skulle man i god tid börja undersöka recipienten, identifiera risker för förorenat länsvatten och behov av rening samt formulera förfrågningsunderlaget på ett sätt så att det blir tydligt och kalkylerbart. En god uppföljning av projektet är viktigt.

10 SLUTSATSER OCH DISKUSSION

10.1 Slutsatser Teknik och provtagning

I *Figur 10.1* har tekniknivåer (kap 5) och provtagningsnivåer (kap 6) sammanställts. Sammanställningen ger en översikt av vilken teknik som kan användas i projekt beroende på vattnets föroreningsgrad och krav på provtagning och kontroll.



Figur 10.1. Sammanställning av tekniknivåer för rening och provtagning

Förklaring till *Figur 10.1* (se kap 4 och 5)

Tekniknivå länsvattenrening

- I. Sedimentering med liten yta. Sedimenteringscontainer
- II. Sedimentering med stor yta. Lamellcontainer eller damm.
- III. Snabb- eller långsamfilter

- IV. Kemisk fällning/flockning sedimentering
- V. Sammansatta system

Tekniknivå provtagning och kontroll

- I. Manuell provtagning
- II. Loggning och flödesproportionerlig provtagning
- III. Kontrolldammar

Nivå I och II för länsvattenrening bygger på konventionell sedimentering och representerar en enkel och användbar teknik för rening av lågförorenat länsvatten. Tekniken har sina naturliga begränsningar vad gäller att avskilja finpartiklar. Att gå från Nivå I till Nivå II (från ”liten” till ”stor” sedimenteringsyta) är inte förenat med några större svårigheter vad gäller krav på tekniskt utförande eller kunskap. Att däremot gå upp till Nivå III (till sandfiltrering) är förenat med ökade kostnader och högre krav på tekniskt utförande. Det finns med andra ord ett tekniksprång när man lämnar sedimentering som den vanliga metoden på byggarbetsplatser och går över till något mer avancerat. Det är viktigt att rätt tekniknivå används från början i ett projekt eftersom det kan vara tidskrävande och förenat med höga kostnader att byta teknik mitt i ett projekt. Inte minst kan platsbrist bli ett problem om man inte tagit med en viss teknik i planeringen från början.

Vad gäller nivå på provtagningstekniken så är detta val mycket beroende av hur känslig recipienten är och hur säker man vill vara på att förorenat länsvatten inte släpps ut. Även här kan det vara svårt att byta tekniknivå mitt i ett projekt.

10.2 Partikelstorlek- Minsta gemensamma nämnare

Det visar sig att oavsett om man tittar på recipientens känslighet, föroreningsspridning eller reningsteknik så har partikelstorleken stor betydelse:

Recipientens känslighet- En recipient kan vara olika känslig för olika storlekar på partiklar (kap 3.1). I vissa vattendrag kan lekbottnar vara känsliga för deposition av partiklar. Då är det främst grövre partiklar ner till grovsilt (0,02 mm) som kan sedimentera på botten som är av betydelse. Är recipienten känslig för grumling är det främst finare partiklar än grovsilt där också mängden partiklar har stor betydelse.

Reningsteknik- Partikelstorleken är helt avgörande vid sedimentering som reningsteknik (kap 4.1). Partiklar med storlek ner till grovsilt (0,02 mm) går ofta

praktiskt att avskilja med sedimentering medan finare partiklar kan kräva andra metoder.

Föroreningsspredning- Många föroreningar är partikelbunda. Ju finare partiklar desto större specifik yta och möjlighet att adsorbera föroreningar. Vid länsuppsugning från förorenad mark har partikelstorlek och mängd partiklar stor betydelse för spridning av förorening.

Att partikelstorleken är så pass avgörande borde kunna utnyttjas bättre för att göra en helhetsbedömning i ett projekt vad gäller bedömning av en recipientens känslighet, val av reningsmetod och vilka undersökningar som behövs för att fastställa detta.

10.3 En jämförelse med erfarenheter från andra länder

Det är tydligt att länsvattenfrågor i anläggningsprojekt är något som uppmärksammas i många länder. Främst är det partikelspredning till vattendrag som uppmärksammas.

I staten Washington i USA har den delstatliga miljömyndigheten tagit ett helhetsgrepp kring frågorna som omfattar:

- Ett klassificeringssystem för recipienterna med utsläppskrav
- Användande av beskrivna och godkända skyddsmetoder s.k. BMP (Best Management Practice)
- Kontroll på plats av certifierad personal och ett web-baserat inrapporteringssystem
- Krav på en särskild anmälan för hur vattenfrågorna ska hanteras och kontrolleras på en byggarbetsplats. (SWPPP)
- Tydliga instruktioner och mallar för att underlätta arbetet för projektörer och entreprenörer

Om man jämför med staten Washington så ligger Sverige efter när det gäller att koppla ett helhetsgrepp runt länsvattenfrågor. Att systematisera och skapa tydliga riktlinjer som passar svenska förhållanden är önskvärt. Säkert finns det delar i Washingtons arbetssätt skulle passa även i Sverige. Att använda s.k. BMP skapar en god kunskapspredning och ett enhetligt sätt att arbeta på. Andra sidan av myntet skulle kunna vara att användandet av BMP kan hämma utvecklingen av nya bra metoder.

I Hongkong har, enligt de uppgifter NCC Teknik tagit del av, kemisk fällning/flockning och sedimentering blivit något av en standardmetod för rening av länsvatten. En fördel med detta kan vara att kalkylerbarheten för entreprenören i anbudsskedet blir lättare när bara en metod efterfrågas. Nackdelen är att man kanske i onödan använder en avancerad teknik där enklare och mer kostnadseffektiva lösningar skulle fungera tillfredställande.

10.4 Upphandlingar- Framkomliga vägar

Att varje projekt är unikt är ingen nyhet. Inför t.ex. ett infrastrukturprojekt görs en rad undersökningar, utredningar och projekteringar inom en rad olika områden. T.ex. är geoteknik en etablerad vetenskap där det finns en väl utarbetad praxis för hur undersökningar och dimensioneringar av geokonstruktioner ska utföras. Hantering av förorenad mark är ett betydligt nyare område och Naturvårdsverket presenterade generella riktvärden för förorenad mark så sent som 1996. Metodik för undersökningar, riskbedömningar och upphandlingar av förorenad mark i entreprenader har nu funnit sina former. Vad gäller hantering av länsvatten så kan man däremot konstatera att det idag inte finns någon etablerad praxis för hur undersökningar, rening och kontroll ska gå till. Detta medför inte sällan problem för såväl beställare, entreprenör som tillsynsmyndighet. Det finns dock ingen anledning att tro att hantering av länsvatten är så speciellt att det inte skulle kunna gå att hitta fram till en praxis som ger ett bra skydd för recipienten, passande praktiska reningsmetoder och kalkylerbara förfrågningar i upphandlingarna.

Vad avser hantering av länsvatten i ett projekt så kan de olika parternas intressen kortfattat sammanfattas enligt följande:

- Entreprenören- Efterlyser bättre kalkylerbarhet i upphandlingen.
- Beställaren- Efterlyser ett helhetsansvar på arbetsplatsen.
- Tillsynsmyndigheten- Efterlyser säker hantering och kontroll.

För att driva utvecklingen framåt vore det önskvärt att kunna lyfta fram goda erfarenheter från projekt där ett helhetsgrepp har tagits runt länsvattenfrågor. Ett sådant helhetsgrepp bör vara att man i ett tidigt skede och genom hela projektet fokuserar på viktiga moment så som:

- Undersökningar och bedömning av recipientens känslighet. Resultatet kan t.ex. vara riktvärden (ev. årsberoende) eller totalmängder för olika parametrar.
- Riskbedömning för förorenat länsvatten. Jordarter, erosionskänslighet, föroreningssituation m.m. kan beaktas.
- Genomtänkt upphandling med fokus på kalkylerbarhet. Vid utförandeentreprenad kan en förprojekterad anläggning redovisas i förfrågningsunderlaget.
- Uppföljning av anläggningen. Driftsituationer vid olika årstider, reningsresultat m.m. kan redovisas.

I arbetet med Bottniabanan arbetades systematiskt med länsvattenfrågor alltifrån undersökning av recipienter till praktisk utformning av anläggningar och kontroll

beskrivna i förfrågningsunderlagen. Det arbete man gjorde skulle kunna utvecklas i nya projekt. Ett förslag är att låta några kommande lämpliga infrastrukturprojekt bli pilotprojekt där viktiga planerings- och genomförandemoment sätts i fokus och där beställarens, entreprenörens och tillsynsmyndighetens olika roller och intressen tas med. Viktiga erfarenheter från projekten bör tas tillvara och föras vidare.

Bilaga 1

Bedömda kostnader för tekniknivå I till V

En överslagsmässig kostnadsberäkning har gjorts nedan där priset för att rena en kubikmeter vatten jämförs för respektive tekniknivå enligt kapitel 5 i rapporten. Kostnader gäller för ett "normalt projekt" utifrån de förutsättningar som angivits nedan.

Förutsättningar

| | |
|-----------------------|--|
| Tid: | 4 månader |
| Max flöde: | 15 m ³ /h |
| Total renad mängd: | 10 000 m ³ |
| På- och avetablering: | Pris omfattar även vissa kringinstallationer |
| Månadskostnad: | Hyra, driftskostnader, översyn mm |

| Metod | Bedömda kostnader | Fördelar med metoden | Nackdelar med metoden |
|---|---|--|---|
| Teknik nivå I Sedimenterings-container, ca 10 m ² . Ytbelastning: ca 1,5 m ³ /(m ² h) | På- och avetablering: 10 000 kr Månadskostnad: ca 3500 kr <u>Kostnad: ca 2,5 kr/m³</u> | Enkel och billig metod. Bra reningsresultat för finsand. | Dåligt reningsresultat för silt-och lerpartiklar |
| Tekniknivå II-alt 1 Damm 50 m ² med Vallar och gummiduk Ytbelastning: Ca 0,3 m ³ /(m ² h) | På- och avetablering: ca 60 000 kr Månadskostnad: ca 5000 kr <u>Kostnad: ca 8 kr/m³</u> | Enkel metod. Bra resultat för grovsilt. Noggrann utformning av in- och utlopp krävs. | Dåligt reningsresultat lerpartiklar. Kräver mycket stor yta. |
| Tekniknivå II-alt 2 Lamell-container (Effektiv yta: 50 m ²) Ytbelastning: Ca 0,3 m ³ /(m ² h) | På- och avetablering: ca 10 000 kr Månadskostnad: ca 18 000 kr <u>Kostnad: ca 8 kr/m³</u> | Enkel metod. Bra resultat för grovsilt. Tar liten plats. | Dåligt reningsresultat lerpartiklar. |
| Tekniknivå III-alt 1 Trycksatt sandfilter Två filter 1,2 m diam. | På- och avetablering: ca 30 000 kr Månadskostnad: ca 60 000 kr <u>Kostnad: ca 27 kr/m³</u> | Tar liten plats. Ett filter kan utrustas med annan filtermassa t.ex. aktivt kol. Mycket bra alternativ vid låg partikelhalt. | Funktionen kan bli osäker med mycket lerpartiklar i vattnet. Andelen vatten som används för backspolning kan då bli väldigt stor. |

| Metod | Bedömda kostnader | Fördelar med metoden | Nackdelar med metoden |
|--|--|--|--|
| Tekniknivå III-alt 2 Långsamfilter 75 m ² Med vallar och gummiduk + försedimentering i container. | På- och avetablering: Ca 150 000 kr Månadskostnad: ca 20000 kr <u>Kostnad ca: 23 kr/m³</u> | Bra reningsresultat även vid höga halter finpartiklar. | Kräver mycket stor yta med vallar. Kräver noggrannhet i konstruktion och utförande samt skötsel. Kräver sedimentering som försteg |
| Tekniknivå IV Kemisk fällning/flockning Sedimentering | På- och avetablering: ca 40 000 kr Månadskostnad: ca 70 000 kr <u>Kostnad: ca 32 kr/m³</u> | Mycket bra reningsresultat även vid höga halter finpartiklar och partikelbundna föroreningar. | Kräver specialistkompetens vid dimensionering och uppstart. |
| Tekniknivå V I exemplet: Kemisk fällning/flockning Sedimentering+sandfilter+aktivt kolfilter | På- och avetablering: Ca 80 000 kr Månadskostnad: ca 130 000 kr <u>Kostnad: ca 60 kr/m³</u> | Mycket bra reningsresultat även vid höga halter finpartiklar. Klarar både partikelbundna och lösta föroreningar. | Kräver specialistkompetens vid dimensionering och uppstart. |