

Lakvattenrening och kontroll vid deponier - granskning och sammanställning

Treatment of leachate and control at landfills
- review and compilation

Linda Eriksson

REFERAT

LAKVATTENRENING OCH KONTROLL VID DEPONIER – GRANSKNING OCH SAMMANSTÄLLNING

LINDA ERIKSSON

Lakvatten från deponier skulle orsaka stor inverkan på miljön om det släpptes ut orenat. Vid de flesta deponier i Sverige finns någon typ av lokal lakvattenhantering, ofta i kombination med ledning till avloppsreningsverk, och övriga sänder lakvattnet direkt till avloppsreningsverk för rening. Då ingen övergripande lagstiftning finns i Sverige över tillåtna halter i utgående vatten råder olikhet mellan deponierna angående detta. Om inte övergripande lagstiftning tas fram bör vägledningen bli tydligare.

Lakvattenrening och egenkontrollprogram vid femton deponier i Sverige har studerats och jämförts. En litteraturstudie angående olika reningstekniker har även utförts. Information om deponierna och reningsprocesserna har inhämtats via studiebesök och miljörapporter. Vid jämförelse av rening har olika processer studerats separat. Den beskrivning av processerna som finns i litteraturen stämmer väl med uppmätta resultat. Exempel på detta är ammoniumhalter som reduceras i luftad damm, halter totalkväve som minskar genom rening i Satsvis Biologisk Reaktorteknik och reducerad halt suspenderat material som inträffar vid rening genom markfilter. Egenkontrollprogrammen vid de olika deponierna varierar dels i avseende på vilka parametrar som kontrolleras och dels hur ofta kontroller utförs och var provpunkter är belägna.

För de vanligast förekommande ämnen som existerar i lakvatten finns kunskap om reaktioner och fungerande tekniker för rening. Problem uppstår för de ämnen vilkas reaktioner och förändringar man ej känner till. Farhågor finns dessutom att det i lakvatten finns föreningar vars existens och verkan vi ej känner till. På grund av detta krävs ytterligare forskning på lakvatten.

Nyckelord: Deponier, lakvatten, kontrollprogram, luftad damm, SBR, rening

ABSTRACT

TREATMENT OF LEACHATE AND CONTROL AT LANDFILLS – REVIEW AND COMPILATION

LINDA ERIKSSON

If not purified leachate from landfills would cause damages on the environment. At most landfills in Sweden local treatment of leachate is achieved, at the rest the leachate is transported to sewertreatment. While no comprehensive legal provisions for discharge exist in Sweden there is a difference in discharges between the installations for landfill. If no comprehensive legal provisions is produced guidance must improve.

Treatment of leachate and self monitoring system at fifteen installations in Sweden has been studied and compared. A study of literature about different treatment solutions has also been performed. Practical information about the landfills has been gathered through visits. Processes of treatment described in literature correspond to measures. Variations exists between the self monitoring systems at the installations both between parameters for analyses, how often controls take place and were testpoints are situated.

Knowledge of reactions and techniques for treatment of compounds common in leachate exist. Further research about compounds whose effect we do not know for certain must be achieved.

Keywords: Landfills, leachate, self monitoring system, aerated pond, SBR.

Department of earth science
Uppsala Universitet
Villavägen 16
752 36 Uppsala

ISSN 1401 – 57 65

FÖRORD

Projekt: Examensarbete för Naturvårdsverket och vid Uppsala Tekniska Högskola, Uppsala Universitet.

Handledare: Stina Lundberg och Sofia Tingstorp, Naturvårdsverket

Ämnesgranskare: Ulf Quarfort, Uppsala Universitet.

Författarens bakgrund: Civilingenjörsutbildningen Miljö- och vattenteknik vid Uppsala Tekniska Högskola, Uppsala Universitet.

Ett stort tack riktas till mina handledare på Naturvårdsverket, Stina Lundberg och Sofia Tingstorp, för deras stöd och tid.

Ett tack riktas även till ämnesgranskare, Ulf Quarfort för tankeväckande synpunkter.

Studiebesök på deponier har ökat min förståelse för olika behandlingars utförande och verkan och ett stort tack riktas till alla de som tagit emot mig vid olika deponier och svarat på mina frågor. Besök har även utförts för att studera en reningsanläggning på Stena Gotthard och en som marknadsförs av Etech Proces AS. Ett tack riktas även till de personer som visat mig dessa och som svarat på frågor och på så sätt bidragit till min förståelse av lakvattenrening.

För experthjälp riktas tack till Cecilia Öman, International Foundation for Science, och Kjell Johansson, Naturvårdsverket.

Yvonne Österlund, Naturvårdsverket tackas för hjälp i arbetets slutskede.

Dessutom riktas ett tack till alla som på något sätt varit mig behjälpliga i detta arbete men som inte står nämnda ovan.

TACK!

Copyright © Linda Eriksson och Institutionen för geovetenskaper, Uppsala Universitet

UPTEC W 05 002, ISSN 1401 - 5765

Tryckt hos Institutionen för geovetenskaper, Geotryckeriet, Uppsala Universitet, Uppsala, 2005.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	SYFTE.....	1
1.2	AVGRÄNSNINGAR	2
1.3	BAKGRUND	2
2	METOD.....	3
2.1	URVAL AV DEPONIER FÖR BESÖK	3
2.2	LITTERATURSTUDIE	3
2.3	BESÖK VID ANLÄGGNINGAR.....	3
2.4	JÄMFÖRELSE AV DEPONIER	4
3	RENINGSTEKNIKER.....	5
3.1	VANLIGT FÖRKOMMANDE TEKNIKER FÖR RENING AV LAKVATTEN I SVERIGE.....	5
3.2	EJ FREKVENT FÖREKOMMANDE TEKNIKER.....	11
4	LAKVATTENRENING VID BESÖKTA DEPONIER.....	15
4.1	LAKVATTENRENING	16
4.2	TILLSTÅND	30
5	RESULTAT	31
5.1	JÄMFÖRELSE AV LAKVATTENRENING	31
5.2	EGENKONTROLLPROGRAM.....	43
6	DISKUSSION.....	61
6.1	FELKÄLLOR	61
6.2	LUFTAD DAMM.....	61
6.3	SBR.....	63
6.4	FILTER, MARKBÄDD.....	65
6.5	KEMISK FÄLLNING	66
6.6	SEDIMENTERING	67
6.7	MOSSE	68
6.8	OMVÄND OSMOS.....	69
6.9	BIOLOGISKT FILTER.....	69
6.10	ÖVRIGA ERFARENHETER AV LAKVATTENRENING.....	69
6.11	EGENKONTROLLPROGRAM.....	70
7	SLUTSATSER.....	73
8	REFERENSER	74
8.1	BÖCKER OCH RAPPORTER	74
8.2	MUNTLIGA REFERENSER	76

1 INLEDNING

Lakvatten från deponier innehåller en mängd ämnen som inverkar på och kan vara skadliga för miljön vi lever i. Att detta vatten är fritt från föroreningar då det når recipienten är önskvärt och eftersträvas. Lakvattnets karaktär är i stor utsträckning beroende av vad som läggs på deponin och därmed även av det avfall vi producerar. På så sätt kan vi, du och jag, vara med och påverka vilka ämnen som ska finnas i vår omgivning.

Kunskapen om hur ämnen reagerar i en deponis olika faser är begränsad. Det är även kunskapen om vilka ämnen som lakas ut från deponin och när de gör det. En del ämnen förekommer dessutom i så låga halter att de är svåra att detektera med tillgängliga analysmetoder. Lakvattnets innehåll av olika ämnen gör att det ur ekonomisk synvinkel knappt är realistiskt att analysera ens de ämnen vi känner till med tillräckligt hög frekvens. Utöver dessa läggs till listan med parametrar att analysera de ämnen som finns i lakvatten och vilkas existens vi ej är medvetna om idag eller vet hur de kan analyseras med godtagbar detektionsgräns. Det blir då en näst intill omöjlig uppgift att kontrollera lakvattenutsläpp från deponier. Dessa faktorer gör det givetvis svårt att bedöma lakvattnets inverkan på miljön.

I Sverige finns ingen generell lagstiftning om tillåtna halter av ämnen i utgående lakvatten. Halten avgörs vid varje enskild tillståndsprövning eller av tillsynsmyndigheten. Tillståndsgivande myndighet kan vara miljödomstol eller miljöprövningsdelegation. Tillsynsmyndighet är länsstyrelse eller kommun. Att tillåtna halter i lakvattnet bestäms från fall till fall orsakar otydlighet och osäkerhet vilket tillsammans med bristfällig-kunskap beträffande lakvattnets innehåll skapar problem vid lakvattenrening.

1.1 SYFTE

Naturvårdsverket ser ett behov från myndigheter och verksamhetsutövare inom deponiområdet att öka kunskapen och skapa entydighet inom lakvattenhantering. Syftet med denna rapport är att genomföra en litteraturstudie och därefter beskriva olika behandlingsmetoder i utförande och förväntad rening. Ytterligare ett syfte är att ge konkreta exempel på hur rening av lakvatten kan utföras och att undersöka reningsteknikernas inverkan på föroreningar i praktiken. Dessutom ska eventuellt samband mellan deponistorlek och olika avancerade eller påkostade reningstekniker undersökas. Studerade deponiers kontrollprogram redovisas med syftet att sprida kunskap om var provpunkter ska placeras och vilka ämnen som lämpligen analyseras vid kontroll.

Rapporten gör ej anspråk på att ge en fullständig bild av rening av lakvatten eller redovisa alla reningsmetoder.

1.2 AVGRÄNSNINGAR

Studien avgränsas sig till en undersökning av femton deponier för icke-farligt avfall. Vid jämförelser av lakvatten begränsas undersökningen till data uppmätt under år 2003. Jämförelsen begränsas ytterligare av att inte samtliga parametrar som analyseras i lakvattnet från de olika deponierna beaktas utan endast ett urval av dessa. I urvalet har hänsyn tagits till att tillräckligt antal deponier har utfört mätningar så relevanta jämförelser kan genomföras. Hänsyn har även tagits till att parametrarna ska ge en bild av reningsmetodernas påverkan på olika typer av föroreningar.

1.3 BAKGRUND

Karaktären på lakvatten från deponier styrs inte bara av de föroreningar avfallet innehåller utan det påverkas också av de processer som sker i en deponi. En deponi genomgår olika redoxstadier och därmed olika faser. Första fasen är ett kortvarigt aerobt tillstånd då nedbrytning med hjälp av syre sker i deponin. Då det fria syret i porerna är slut fortgår nedbrytningen genom reduktion av nitrat. Därefter går deponin in i surfasen. Under denna fas bryts det organiska materialet ej ned fullständigt och organiska fettsyror med otrevlig lukt bildas. På grund av bildningen av syror sjunker pH kraftigt vilket ger upphov till ökad rörlighet av metaller som zink, järn och mangan. Nedbrytningen i deponin fortgår genom reduktion av de bildade fettsyrorerna. Detta kallas fermentation. Dessutom sker nedbrytningen genom reduktion av järn och mangan (Gustafsson et al, 2002). Deponin befinner sig i surfasen från någon månad upp till något år. Under denna tid har lakvattnet lågt pH och hög halt kväve, svavel och nedbrytbart material i form av COD och BOD (Naturvårdsverket, 1992). Se bilaga 1 för beskrivning av BOD och COD. Under denna fas består kvävet till största delen av ammoniumkväve (Naturvårdsverket, 1993). Nästa fas, den metanogena fasen, varar i tiotals år enligt Naturvårdsverket (1992). Under denna period bildas metangas vilken kan utvinnas. Lakvattnets karaktär ändras till att ha ett neutralt pH, medelhög halt av BOD men fortsatt hög COD och kvävehalt. Halten järn och klorid är hög medan fosforhalten är låg (Naturvårdsverket, 1992). Vid de flesta deponier skyndas surfasen på genom malning och kompaktering av avfallet samt genom att täcka avslutade delar av deponin. Dessutom bygger man deponier på höjden för att de syror som bildas högt upp i deponin ska brytas ned genom metanjäsning längre ned. (Gustafsson et al, 2002). Ytterligare en fas i deponins förändring är humusfasen vilken kan inträffa om syre och kväve tillåts tränga ner i deponins övre lager. Då kan metallsulfider och humusämnen oxideras med påföljden att metaller som tidigare bundits till dessa föreningar frigörs. Oxidering av sulfider har även inverkan på pH som sänks (Molander, 2000).

2 METOD

2.1 URVAL AV DEPONIER FÖR BESÖK

Statistik om deponier som är sammanställd av Renhållningsverksföreningen (RVF) från år 2002 har använts och sorterats efter deponerad mängd vartefter de delats upp i tre storlekskategorier. Deponierna som ingår i statistiken är deponier som tar emot mer än femtio ton avfall per år och som dessutom antingen är kommunala, tar emot avfall som kommuner är skyldiga att ta emot eller som har lokal lakvattenbehandling som del i lakvattenreningen. Sorteringen indelas i följande kategorier; stora deponier med 11 000 000 till 3 000 000 ton ackumulerat deponerat avfall, mellanstora deponier med 3 000 000 till 1 000 000 ton ackumulerat deponerat avfall och små deponier med under 1 000 000 ton ackumulerat deponerat avfall. Intervaller vid indelningen sattes för att uppnå lämpligt antal deponier i varje enskild kategori. Därefter sorterades deponierna inom varje storlekskategori efter metod för rening av lakvatten. Slutligen valdes cirka fem deponier ut ur varje kategori för besök och ingående studie. Urvalet gjordes med hänsyn till att uppnå såväl god geografisk spridning som variation i reningsmetod.

2.2 LITTERATURSTUDIE

Miljörapporter och tillstånd granskades från utvalda deponier för studie av lakvattenreningsmetod samt kontrollprogram. Litteraturstudie av karakterisering av lakvatten och reningsmetoder har också genomförts.

2.3 BESÖK VID ANLÄGGNINGAR

I studien har femton deponier besökts. Intervjuer har genomförts med ansvariga för lakvattenbehandlingen eller av en person som den ansvariga utsett. Vid dessa besök har lakvattenbehandlingen studerats på plats.

Utöver studiebesök vid deponier har ytterligare två anläggningar för lakvattenrening besökts och studerats. Även dessa beskrivs i rapporten då de anses tillföra exempel på metoder för rening av lakvatten från metaller.

2.4 JÄMFÖRELSE AV DEPONIER

2.4.1 Lakvattenbehandling

Efter studiebesök vid deponier har analysresultat från lakvattenreningen för år 2003 utvärderats. Vid sammanställningen inför utvärderingen sorterades ämnen bort för vilka analyser endast förekom från enstaka deponier. De ämnen som därefter återstod för vidare utvärdering var pH, konduktivitet, suspenderade ämnen, COD_{Cr}, BOD₇, ammoniumkväve, totalt kväve, totalt fosfor, klorid, alkalinitet, bly, järn, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, mangan, nickel och zink. För beskrivning av ovanstående ämnen se bilaga 1. Utvärderingen har utförts för varje reningsmetod, ämne och årstid. Halterna av ämnen efter varje reningssteg har sammanställts i diagram och effekten för de olika reningsstegen med avseende på dessa ämnen beräknades, se bilaga 3 till bilaga 20, vartefter slutsatser har dragits. Vid val av tidpunkter för jämförelser har beaktande tagits till årstidsvariationer i enlighet med SMHI: s riktlinjer över när årstiderna inträffar i olika delar av landet.

2.4.2 Kontrollprogram

Kontrollprogrammen studerades och analyserade parametrar sammanställdes i tabeller beroende på vilken kategori, lak-, yt-, grundvatten eller övrigt, kontrollen avsåg, se Tabell 2 till Tabell 16. Ytterligare en tabell uppfördes där frekvensen för analyserade parametrar sammanställdes, se bilaga 21 till bilaga 23. Med hjälp av dessa kunde slutsatser dras.

3 RENINGSTEKNIKER

3.1 VANLIGT FÖRKOMMANDE TEKNIKER FÖR RENING AV LAKVATTEN I SVERIGE

Lakvatten från deponier i Sverige renas med olika tekniker eller kombinationer av tekniker. I detta kapitel redogörs för teknikernas utförande och förväntade reaktioner vid de vanligast förekommande reningsmetoderna.

3.1.1 Luftad damm

I en luftad damm förväntas halterna ammoniumkväve och BOD och i viss mån även COD och metaller reduceras.

I en luftad damm, se Figur 1, samlas lakvatten i en damm med tät botten och täta sidor. Vanligtvis förekommer någon form av vägg för att förlänga transportsträckan i dammen och för att på en relativt liten yta uppnå önskad uppehållstid. Många dammar är dimensionerade för en uppehållstid på 15 till 30 dygn (Naturvårdsverket, 1993). För bästa resultat krävs aktiv luftning av dammen. Detta genomförs med yt- alternativt bottenluftare. Ytluftare är mer lättåtkomliga och på så sätt enklare att reparera än bottenluftare, däremot kyler de lakvattnet i större utsträckning än bottenluftare (Naturvårdsverket, 1992).



Figur 1 Luftad damm med ytluftare

Nitrifikation av kväve är en önskad reaktion i luftade dammar. Detta uppnås vid goda förhållanden då slamålder och slamhalt är tillräckligt hög och då nitrifierare existerar. Viss reduktion av kväve kan även ske genom assimilation. Hög kvävereduktion kan däremot ej förklaras med assimilation då nedbrytningen av

organiskt material oftast är otillräcklig för denna reaktion i luftade dammar (Naturvårdsverket, 1993). Hög kvävereduktion kan vid högt pH förklaras av ammoniakavgång till luften. Jämvikten mellan ammoniumjoner, vilket är den form av kväve som dominerar i lakvatten, och ammoniak är beroende av värdet på pH och då det blir för högt bildas gasformig ammoniak som drivs av till luften (Welander 1998).

Ett av de ämnen som lakvatten renas från i en luftad damm är lätt nedbrytbart material (BOD). Även mer svår nedbrytbart material (COD) reduceras i viss mån i en luftad damm. Halten COD skulle reduceras i större utsträckning om tillgången på fosfor och lätt nedbrytbart material var större än den normalt är i lakvatten. Reduktionen av COD i en luftad damm uppgår maximalt till 30 % då förhållandet mellan BOD och COD är mindre än 0,2 (Naturvårdsverket, 1993).

Måttlig reduktion av metaller kan genom bland annat oxidation ske i en luftad damm.

3.1.2 SBR-anläggning

I en anläggning med Sequencing Batch Reaktor eller Satsvis Biologisk Reaktorteknik (SBR) förväntas lakvattnet renas med avseende på total kvävehalt, suspenderat material, BOD samt i viss mån från metaller.

I en SBR, se Figur 2, renas lakvattnet satsvis i två steg. I det första steget behandlas lakvattnet genom omrörning och luftning medan det i steg nummer två endast behandlas genom omrörning. På detta sätt sker först nitrifikation av ammoniumkväve vilken kräver aeroba förhållanden och därefter denitrifikation vilken kräver anaeroba förhållanden. Detta reningssteg har visat sig fungera bra med avseende på kväverening samt reduktion av organiskt material för lakvatten med hög andel lätt nedbrytbar organisk substans (BOD). För lakvatten med lågt BOD behöver extern kolkälla tillsättas för att uppnå fungerande denitrifikation (Naturvårdsverket, 1993).



Figur 2 SBR-anläggning

Reduktion av metaller sker genom samma processer som i en luftad damm. Däremot är lakvattnets uppehållstid kortare i en SBR jämfört med i en luftad damm varför reaktionerna ej fortgår lika länge (Naturvårdsverket, 1993).

Halten suspenderat material förväntas vara lägre efter rening i en SBR än i en luftad damm då lakvattnet får sedimentera innan dekantering sker i en SBR. Dekantering sker dessutom genom ett hål högt upp i reaktorn vilket även det bidrar till att det sedimenterade materialet stannar i reaktorn.

En nackdel med SBR-anläggningar är den potentiella risk som finns för bildande av lustgas (N_2O) då nitrifikation och denitrifikation sker i samma bassäng. Under denitrifikation kan lustgas bildas om det finns syre tillgängligt. Detta kan ske även om syret återfinns i låg koncentration. Syret är i dessa fall rester från den aeroba process som föregår denitrifikationen och för att undvika lustgasbildning måste det säkerställas att allt syre förbrukas i nitrifikationsprocessen (Welanders, 1998).

3.1.3 Filter, Markbädd

I ett filter förväntas lakvattnet renas från suspenderat material och metaller.

Ett filter, se Figur 3 kan vara en biobädd där bädden utgörs av ett material som mikroorganismerna kan växa på. Då miljön i bädden är aerob sker nitrifikation och då miljön är anaerob sker denitrifikation (Welanders, 1998). Ett filter kan även vara ett rent mekaniskt reningssteg där främst mekanisk avskiljning av suspenderad substans sker (Naturvårdsverket, 1993). Lakvattnet kan tillföras en biobädd uppifrån genom att det får rinna över ytan eller underifrån så det pressas uppåt. Luftning kan ske med hjälp av en kompressor eller genom spontan syresättning då lakvattnet rinner över ytan (Welanders, 1998). Problem som ofta uppstår vid behandling genom filter är igensättning på grund av fällning eller fastläggning.



Figur 3 Filter, Markbädd

Rening med hjälp av filter har god effekt på metaller enligt Naturvårdsverket (1993). Däremot är reningen av organiskt material ej lika effektiv. Vad gäller kväve sker en begränsad reduktion. Kvävereduktionen orsakas av samma process som beskrivs i avsnittet för luftad damm, se 3.1.1. Filtrering ger därför, liksom luftad damm, avgång av ammoniak vid ett högt pH.

3.1.4 Kemisk fällning

Vid kemisk fällning renas lakvattnet från metaller och nedbrytbart material.

Vid kemisk fällning tillsätts en kemikalie vilken bidrar till att önskade föroreningar fälls ut från vattnet och bildar ett slam. För att förväntad rening ska uppnås måste lakvattnets pH anpassas till det pH där kemikalien fungerar optimalt. Ett problem i och med detta är lakvattnets höga förmåga att motstå förändringar i pH (Welander, 1998). För att uppnå önskat pH krävs ofta stora mängder kalk (CaO) (Naturvårdsverket, 1993). Vid höjning av pH kan, som tidigare nämnts, kväve drivas av som ammoniak. Exempel på kemikalier som använts vid fällning är aluminiumsulfat (AlSO_4) och järnklorid (FeCl_3) (Welander, 1998). Enligt Naturvårdsverket (1993) används även natriumhydroxid (NaOH).

Reningsresultatet vid kemisk fällning är högt för metaller. Det beror på att valet av fällningskemikalie varierar beroende på vilka föroreningar man vill rena lakvattnet från och det är i de flesta fall metaller. Även reduktionen av svårnedbrytbart material (COD) är hög. Detta beror på att flockningsmedel tillsätts och det nedbrytbara materialet i suspenderad och kolloidal form bildar flockar och sedimenterar med övriga ämnen. Reduktionen av det lättnedbrytbara organiska materialet (BOD) är lika stor som för COD. Den kvävereduktion som

sker beror på ammoniakavgång till luften (Naturvårdsverket, 1993). I Figur 4 visas en byggnad för kemiskfällning med sedimentationsbassänger utanför.



Figur 4 Anläggning för kemisk fällning

3.1.5 Återpumpning till deponin

Genom återpumpning till deponin ökar produktionen av deponigas och halterna metaller och kväve i lakvattnet förväntas minska.

Recirkulation av lakvattnet i deponin är ett anaerobt behandlingssteg. Största anledningen till recirkulation är att påskynda nedbrytningen av avfallet med ökad produktion av deponigas som resultat (Naturvårdsverket, 1993). En minskning av lakvatten kan uppnås genom avdunstning. För rening av lakvatten har recirkulation de egenskaper att metaller fastläggs genom metallsulfidfällningar (Welander, 1998) samt rening från kväve i form av denitrifikation. Dock kan en urlakning av föroreningar ske då stora lakvattenvolymer återcirkuleras (Naturvårdsverket, 1993). Lakvatten från deponier som befinner sig i metanogen fas renas inte ytterligare vid en recirkulation då föroreningar i det redan brutits ned anaerobt i deponin. Att recirkulera lakvatten från yngre delar av deponin, vilka befinner sig i surfasen, till äldre delar av deponin, vilka befinner sig i metanfasen, kan däremot ge ytterligare rening. Det beror på att metallsulfidfällningar endast sker i metanogena förhållanden och denitrifikationen kräver anaeroba miljöer och dessa förhållanden återfinns i deponins metanogena fas (Naturvårdsverket, 1992). För beskrivning av deponins faser se 1.3.

3.1.6 Bevattnings, Mark-växsystem

Enligt både Welander (1998) och Naturvårdsverket (1993) kan man se en reduktion av ammoniumkväve samt BOD och COD. Däremot sker ingen nämnvärd reduktion av metaller.

Bevattning av olika marksystem är främst ett sätt att minska mängden lakvatten. Det görs genom avdunstning från marken samt från ytan på de växter som bevattnas. Dessutom avgår vatten genom växternas evapotranspiration. Den begränsade reduktion av föroreningar som sker orsakas av att växterna använder dessa som makro- och mikronäringsämnen vid tillväxt. Dessutom sker en biologisk nedbrytning av det organiska materialet (Naturvårdsverket, 1992). Av de olika växter som använts vid bevattning verkar energiskog vara den effektivaste (Welander, 1998). Bevattning sker endast under de varma månaderna av året. Huruvida de långsiktiga funktionerna och konsekvenserna av bevattning av olika mark- och växtsystem med avseende på fastläggning (Naturvårdsverket, 1992) samt anrikning av tungmetaller och spårämnen (Welander, 1998) fungerar är ännu inte tillfredsställande klarlagt.

3.1.7 Våtmark, Rotzonssystem

Genom rening genom en våtmark förväntas lakvatten renas från ammonium, BOD och metaller.

En våtmark är sådan mark där vatten under en stor del av året finns nära under, i eller strax över markytan (Löfroth, 1987). Vid rening genom våtmark kan lakvattnet tillföras systemet antingen genom ytavrinning eller genom att det tillåts perkolera genom marken i ett rotzonssystem. Genom rotzonssystem blir marken syresatt då växternas rötter tillför marken syre. Dessutom bildas kanaler för lakvattnet att rinna i. En våtmark kan även anläggas så den är syrefri. Ett våtmarkssystem kan med fördel bestå av ett första steg med landväxter och ett efterföljande steg med vattenväxter. I en syresatt våtmark kan nitrifikation ske och BOD förväntas brytas ned. Större partiklar kan renas genom filtrering i våtmarken. Problem som kan uppstå är att flyktiga organiska föreningar avgår till luften och att rotzonen sätts igen (Welander, 1998). I Figur 5 visas den växtlighet som bildar en rotzon.



Figur 5 Markyta med anlagd rotzon

3.1.8 Infiltration

Genom infiltration förväntas lakvattnet renas från ammoniumkväve, BOD och järn.

Infiltration innebär att lakvattnet tillåts tränga ner i marken. Förhoppningen är att processer i marken ska rena lakvattnet genom att ta upp och binda föroreningar. En farhåga med denna metod är dock att markens kapacitet att ta emot och fastlägga föroreningar är begränsad. En annan farhåga är att marken ej har förutsättningar att binda den variation av föroreningar som kommer med lakvattnet. Ytterligare ett problem är svårigheten att utvärdera reningsgraden då inverkan av opåverkat grundvatten är svår att avgöra samt problemet med att hitta utsläppspunkten från systemet (Welander, 1998). Ett sätt att korrigera för utspädning då man ändå har en utsläppspunkt är att jämföra kloridhalten i lakvattnet med vattnet i utsläppspunkten, korrigera för utspädningen och på så sätt mäta halten föroreningar och beräkna reningsgraden. Nitrifikation sker ofta i dessa system och halten BOD och järn reduceras genom fastläggning (Naturvårdsverket, 1993).

3.2 EJ FREKVENT FÖREKOMMANDE TEKNIKER

Här beskrivs två tekniker vilka ej är frekvent förekommande i Sverige. Den ena, omvänd osmos, förekommer däremot i större utsträckning i Tyskland. Det är en effektiv reningsmetod som tidigare varit kostsam men som nu blivit billigare. Den andra reningsmetoden, biologiskt filter, är en relativt enkel teknik som nyligen tagits fram.

3.2.1 Omvänd osmos

Osmos är en process som kräver att två lösningar skiljs åt av ett membran med mikroskopiska porer och där lösningsmedlet kan passera membranet, medan det lösta ämnet ej kan det. Processen innebär att lösningsmedlet vandrar genom membranet till den lösning som har högre koncentration löst ämne för att utjämna koncentrationen, och fortgår tills koncentrationen är utjämnad eller ett osmotiskt mottryck byggts upp som hindrar vidare inträngning av lösningsmedel. Omvänd osmos innebär i princip samma sak med förändringen att lösningsmedlet, i detta fall lakvatten, går från hög koncentration löst ämne till låg koncentration löst ämne. Detta är möjligt då ett tryck läggs på den sida av membranet där hög koncentration löst ämne finns. Retentatet, det lakvatten där föroreningarna återfinns, får en mindre volym men högre koncentration föroreningar.

En anläggning för omvänd osmos finns vid Nes fylleplats utanför Oslo. Där sker reningsprocessen enligt nedanstående.

Lakvattnet samlas upp i en luftad damm där trevärt järn (Fe^{3+}) oxideras till tvåvärt järn (Fe^{2+}) och viss nitrifikation sker. Vattnet leds härifrån till en utjämningsdamm och vidare in i reningsanläggningen där det första steget är en pH justering med svavelsyra (H_2SO_4). Lakvattnet passerar därefter ett sandfilter i vilket större partiklar filtreras bort och sedan ett engångs pappersfilter där mindre partiklar och eventuell sand filtreras bort innan vattnet släpps in i kolonnerna, så kallade disc tube membran, där den omvända osmosen sker. Dessa kolonner är packade med plattor mellan vilka membran för omvänd osmos ligger. Membranen klarar att rena vattnet från föroreningar på jonnivå. Lakvattnet leds in till membranet längs ytterkanten på cylindern och efter att det fått passera membranet tas det ut i mitten av kolonnen. Detta retentat återcirkuleras till deponin. Det rena vattnet, permeatet, tas ut och återförs till recipienten. (Skoogh, 2004) I Figur 6 visas lakvatten före rening genom omvänd osmos och i Figur 7 visas permeatet.

Med jämna mellanrum sätts membranet för omvänd osmos igen. Detta märks genom att man måste öka trycket för att omvänd osmos ska ske. Då detta inträffar tvättas kolonnerna rena med lut varvat med syra. (Skoogh, 2004)



Figur 6 Lakvatten före omvänd osmos



Figur 7 Lakvatten efter omvänd osmos

3.2.2 Biologiskt filter

En metod där lakvatten renas från metaller med hjälp av naturens egna förutsättningar är rening genom ett biologiskt filter som består av torv och aska. Ett sådant filter används sedan år 2002 vid Stena Gotthard i Halmstad. I detta kan reningsprocesserna följas och filtret vidareutvecklas. Rening sker bland annat av krom, kobolt, bly, tenn, antimon, kadmium, kvicksilver, brom, mangan, järn, koppar och nickel. För aluminium, zink och arsenik är resultaten de omvända, det vill säga att halterna av dessa ämnen i vattnet ökar. (Cannon, 2004) Filter innehållande torv och aska har också en renande effekt med avseende på organiska ämnen som fenoler och PCB-liknande ämnen enligt Mathiasson (2001).

Reningsprocessen inleds med en luftningsanläggning där lakvattnet syresätts dels för att förhindra att lukt uppstår och dels för att oxidation ska uppstå. Dessutom vill man att vattnet ska vara syresatt när det släpps till recipienten. Huruvida detta är positivt för reningsresultatet av lakvattnet är ännu ej utrett. Efter luftningen samlas vattnet i en utjämningsdamm där sedimentation av större partiklar sker. Härifrån förs vattnet till bäddar med biologiskt filter via ett sprinklersystem där roterande tallriksspridare används. (Cannon, 2004) Se Figur 8 för illustration av spridningen. Fördelen med att använda spridare är att de kanaler som skulle kunna bildas vid användning av bevattningsledningar undviks och att avdunstning uppnås. Nackdelen med kanaler är att endast en liten del av filtret utnyttjas. Lakvattnet filtreras på sin väg genom filtret för att slutligen samlas upp i botten och transporteras till bevattning eller recipient. För kontroll av filtret finns

kontrollrör utplacerade genom vilka filtret även syresätts (Kängsepp, 2004). I filtret ska aerob miljö existera vilket är en förutsättning för att nitrifikation ska kunna ske. Vid våtmark som efterföljande steg sker även denitrifikation.

Filtret består av en blandning av torv, kolaska och levande biologiskt material som dels finns i torven och dels kommer med lakvattnet, fastnar i filtret och växer till där. Syftet med att använda kolaska är dess förmåga att rena lakvattnet från organiska ämnen. Anledningen till att halten aluminium och zink inte sjunker i filtret är att filtret släpper ifrån sig dessa ämnen. Arsenik, för vilket halten också ökar vid passage av filtret, anrikas i lakvattnet från kolaskan. För att undvika dessa problem tvättas filtren innan det tas i bruk, genom att det vatten som passerar filter återcirkulerar till deponin. Halterna av dessa ämnen blir därmed så låga att de ligger under gränsen för dricksvatten. (Cannon, 2004)

Vid införande av detta reningssystem väljs lämplig torv ut genom praktiska experiment. Torvens filtreringsgrad för de olika metallerna är beroende av i vilket stadie av nedbrytningsprocessen torven befinner sig. (Cannon, 2004)

Att beakta vid införande av ovanstående reningssystem är tidpunkten på året. Uppstart under kall väderlek innebär att tillväxten för mikroorganismerna tar lång tid (Cannon, 2004). För möjlighet till utjämning av vattenflödet till filtret bör en utjämningsdamm uppföras. Att ta i beaktande är också att mikroorganismerna behöver fuktighet året runt (Kängsepp, 2004).



Figur 8 Biologiskt filter där vatten sprids ut

4 LAKVATTENRENING VID BESÖKTA DEPONIER

De deponier som besökts är Högberget i Kramfors, Älandsbro i Härnösand, Lappmyran i Ljusdal, Forsbacka i Gävle, Hovgården i Uppsala, Högbytorp i Upplands Bro, Isätra i Sala, Gryta i Västerås, Norsa i Köping, Strandmossen i Kristinehamn, Holmby i Sunne, Östby i mål, Hyllstofta i Klippan, Filborna i Helsingborg och Spillepeng i Malmö. För lokalisering se Figur 9.

Av de studerade anläggningarna valdes följande deponier ur kategorin stora anläggningar; Hovgården, Högbytorp, Gryta och Filborna. De anläggningar som klassades som mellanstora är Forsbacka, Strandmossen, Holmby, Östby, Hyllstofta och Spillepeng. Ur kategorin små anläggningar valdes Högberget, Lappmyran, Älandsbro, Isätra och Norsa.

Ett antal besökta deponier har ej ingått i jämförelsen av lakvattenrening på grund av olika anledningar. Vid Isätra var anläggningen för lakvattenhanteringen under utprovning och justering vid tidpunkten för analyser för jämförelse, varför de ej anses utgöra representativa värden för reningstekniken. Vid Gryta blandas det luftade lakvattnet med orenat lakvatten före bortledning till avloppsreningsverk, varför inga analyser för lakvatten efter rening genom luftad damm existerar. Lakvattnet från Östby är ej med i jämförelsen då antalet analyser ansågs för få för att ge en representativ bild av lakvattnet. Vid Filborna är provtagningspunkten placerad efter rening i både luftad damm och sedimentering vilket innebär att jämförelse med övriga luftade dammar eller sedimenteringsdammar inte skulle bli rättvisande. Vid Strandmossen används en naturlig mosse som sista steg för rening av lakvattnet. För jämförelse av mossens reningseffekt har provpunkter i slutet av mossen nyttjats i jämförelsen med ingående vatten. Dessa provpunkter redovisas i kontrollprogrammet som ytvattenpunkter.



Figur 9 Karta över Sverige med besökta deponier markerade

4.1 LAKVATTENRENING

I detta kapitel beskrivs besökta deponiernas reningsmetoder. För utförligare information om anläggningarna se bilaga 2.

4.1.1 Högberget, Kramfors – luftad damm, markbädd

4.1.1.1 Lakvattenrening

Anläggningen för lakvattenrening anlades i två etapper. Dammen var klar år 1990 och filterbäddarna togs i bruk år 1995. Lakvatten avrinner från en yta på 11,3 hektar. Under år 2003 uppgick lakvattenmängden till 9 296 m³. (Karlsson, 2004)

Lakvattnet samlas upp i ett dike som omgärdar hela deponin. Diket kantas av tät morän. Lakvattnet leds till en luftad damm med en volym på 4000 m³. Vid inloppet till dammen är en bottenluftare och strömbildare monterad för att syresätta vattnet och för att få lakvattnet att röra sig åt önskat håll i dammen. En skärmvägg är monterad tvärs genom dammen med avsikt att förlänga vattnets uppehållstid till minst 14 dagar (Rönnols et al, 1994).

Från dammen leds vattnet till en markbädd med en area på 2 x 400 m² och ett djup på en meter. I botten på markbädden ligger en gummiduk för att förhindra nedträngning av lakvatten i marken. På botten av bädden ligger också dräneringsrör i vilka det filtrerade lakvattnet samlas upp. Från markbädden leds det renade vattnet till recipienten. (Karlsson, 2004)

4.1.1.2 Drifterfarenheter

I den luftade dammen uppstår problem vid kall väderlek. Dammen är avdelad genom en skiljevägg som är fastsatt i pålar vilka i sin tur är förankrade på botten i så kallade betongsuggor. Då isen släpper lyfts rören av isens lyftkraft och lossnar från suggorna. (Karlsson, 2004)

Problem med infiltrationen av lakvattnet kan uppstå i markbäddarna på våren då snösmältningen orsakar stora mängder lakvatten och markbäddarna ej tinat. Detta har ännu ej inträffat då isen smält vid påsläpp av lakvatten. Att detta ej inträffar under vintern beror på att det ej är något tillskott av lakvatten under denna period. (Karlsson, 2004)

Markbädden belastas ojämnt på grund av spridningssystemets dragning. Nu strålar rören ut från centrum av filtret vilket innebär att det är betydligt tätare mellan utsläppspunkter i mitten av filtret än ute i kanterna. En annorlunda dragning av ledningsrören skulle ge en jämnare belastning och därmed längre livslängd på filtret. (Karlsson, 2004)

4.1.2 Älandsbro, Härnösand – kemisk fällning, luftad damm, bevattning av deponin

4.1.2.1 Lakvattenrening

Anläggningen för lakvatten anlades år 1994. Storleken på avrinningsområdet för lakvatten är 18,5 hektar. Under år 2003 var lakvattenmängden 65 000 m³. (Tjärnlund et al, 2004)

Lakvattnet samlas upp i ett lakvattendike som omgärdar deponin. I lågpunkten leds vattnet via ett grovgaller och ett sandfång till en pumpstation. I grovgallret fångas framför allt plastpåsar och andra stora fraktioner upp medan det i sandfånget rensas bort mindre partiklar. (Häggström, 2004)

Från pumphuset lyfts lakvattnet till fällningssteget som är placerat inomhus och består av en flockningsbassäng och en lamellseparator av tvärströmstyp. I flockningsbassängen tillsätts polyaluminiumklorid och en hjälpkoagulent. Där finns även två omrörare. I lamellseparatorn leds vattnet in längs ena långsidan av lamellerna vartefter det transporteras över separatorn och flockar fälls ut och faller till botten av bassängen. (Häggström, 2004)

Det slam som fälls ut leds till en slamförtjockare varifrån det pumpas till en slamfrys/torkbädd. I denna bädd får slammet ligga i tre till fyra år innan det läggs på deponin. Under åren i slamfrys/torkbädden avvattnas slammet genom att slamporer fryser sönder och frigör vatten som sedan återförs till lakvattenbehandlingen eller avdunstar. Syftet med slamförtjockaren är att avskilja lakvatten och återpumpa det till pumphuset i början av lakvattenreningssystemet. (Häggström, 2004)

Efter fällningssteget leds lakvattnet till en luftad damm. Dammen rymmer 12 000 m³ och är avdelad med väggar. Avsikten med dessa väggar är att förlänga lakvattnets uppehållstid i dammen och därmed få längre tid till nitrifikation. I dammen finns två luftare med uppgift att syresätta och få rätt rörelseriktning på vattnet. Utloppsändan på dammen tjänstgör som sedimentationsbassäng innan vattnet rinner till en utloppsbrunn. (Häggström, 2004)

På sommaren leds vattnet från utloppsbrunnen upp på deponin för bevattning. Anledningen till detta är dels att öka biogasproduktionen, dels att förhindra risken för brand och dels att reducera mängden lakvatten då detta tas upp av växter eller avdunstar. Vintertid leds vattnet från pumphuset till recipienten. (Häggström, 2004)

Vid eventuellt stopp i fällningsanläggningen kan lakvattnet pumpas direkt från första pumpen, efter sandfånget, och till den luftade dammen. (Häggström, 2004)

4.1.2.2 Drifterfarenheter

Till en början transporterades lakvattnet till fällningsbassängen via ett rör med mynning ovan vattenytan. Detta gav upphov till stor skumbildning, varför rörets sträckning ändrades. Numera mynnar det under vattenytan i fällningsbassängen. (Hägström, 2004)

De luftare som finns i luftade dammen är ejektorluftare vilka snabbt täpps igen av kalkutfällningar i pumphuset. För att underlätta rengöringen av luftarna står de på räls på botten av dammen och dras upp med vajer då problem uppstår. (Hägström, 2004)

4.1.3 Lappmyran, Ljusdal – luftad damm, infiltration

4.1.3.1 Lakvattenrening

Anläggningen för lakvatten togs i bruk år 1985 och utökades med en luftad damm under år 2003 och år 2004. Storleken på avrinningsområdet för lakvatten är 11 hektar. Under år 2003 var lakvattenmängden 27 000 m³. (Mårtensson, 2004)

Lakvattnet samlas i dräneringsrör under deponin. Några av dessa ligger ytligt varför farhågor finns att de ej fungerar tillfredsställande (Rönnols et al, 2001). Problemet är att risk finns att lak- och grundvatten kan passera under dem och på så sätt ej samlas in och renas. Vid den så kallade Kalkkällan, se bilaga 2, samlas vattnet upp via ett pumphus och leds till lakvattenhanteringen. Reningen av lakvatten är uppdelad i två steg. Först leds vattnet till en luftad damm med en volym på 1 500 m³. Där sker nitrifikation och till viss mån även fällning av järn. Därefter pumpas lakvattnet till två infiltrationsdammar med en volym på 1 250 m³ vardera, med andra ord en sammanlagd volym på 2 500 m³. I botten på dessa dammar infiltrerar lakvattnet till grundvattnet. Relativt snart efter infiltrationsdammen kan man se att lakvattnet går upp till ytan då påverkan noteras i en bäck nedströms deponin. (Persson, 2004)

4.1.4 Forsbacka, Gävle – luftad damm, markbädd, våtmark

4.1.4.1 Lakvattenrening

En pilotanläggning för lakvatten togs i bruk år 2000 och utökades med en luftad damm under år 2003. Storleken på avrinningsområdet för lakvatten är 40 hektar. Under år 2003 var lakvattenmängden 104 315 m³. (Carlsson, 2002)

Pilotanläggningen för lakvattenreningen bestod av uppsamlingsdamm, utjämningsmagasin, reningsverk med luftning och kemisk fällning, markbädd och våtmark. Anläggningen fungerade ej tillfredsställande. Bland annat har slamflykt från sedimenteringsbassängen i reningsverket till markbädden inträffat. Bräddning har fått genomföras så lakvattnet leds till kommunalt reningsverk och dessutom

har reningen från bland annat kväve varit sämre än förväntat. Utifrån de erfarenheter man gjort av denna anläggning har nedanstående ändringar genomförts (Carlsson, 2002).

För att undvika bräddning av obehandlat vatten har en ny damm för långtidsluftning byggts. Det innebär att uppsamlingsdammen på 5 000 m³ ersätts med ett magasin på 35 000 m³ där långtidsluftning sker. Det kemiska fällningssteget har tagits bort då det ej fyller sin funktion och dessutom innebär att kemikalier tillsätts med ett slamproblem som följd. De metaller som skulle renas genom kemisk fällning förväntas nu reduceras i den långtidsluftade dammen. Denna teknik kräver ej manuellt underhåll eller kostnad i form av tillsats av kemikalier på samma sätt som fällningsanläggningen i pilotkonstruktionen. Markbädden har byggts ut för att klara större kapacitet liksom våtmarken som ska förbättras så de sex hektaren utnyttjas fullt ut. (Carlsson, 2002)

Idag behandlas lakvattnet i långtidsluftad damm, markbädd och våtmark, med möjlighet till magasinering i ett utjämningsmagasin på 23 000 m³. (Jonsson, 2004)

Lakvattnet samlas upp i lakvattendiken som omgärdar deponin och leds till den luftade dammen där nitrifikation, fällning av metaller och reduktion av lättnedbrytbara organiska ämnen (BOD) förväntas ske. (Jonsson, 2004)

Från den luftade dammen pumpas lakvattnet till ett markfilter, vilket är konstruerat som en damm med ett sandfilter i botten. Reningseffekten i detta steg är att avskilja metaller, fosfor, BOD, COD och kväve. I botten av bädden finns perforerade rör i vilka vattnet samlas upp och leds till en våtmark. (Jonsson, 2004)

Våtmarken är konstruerad i en gammal näringsfattig myr. Träd har tagits bort och vattenväxter har planterats in. Dessutom har näringsrikt lakvatten genomströmmat våtmarken för att påskynda växternas tillväxt. I våtmarken förväntas anaerob miljö inträda och denitrifikation ske. Genom att placera ut så kallade länsar, vilka vattnet måste runda, i våtmarken förlängs uppehållstiden för lakvattnet. Uppehållstiden i våtmarken beräknas uppgå till fem månader under de varma månaderna. Vintertid stängs utloppet och nivåerna tillåts öka för att få en längre uppehållstid då den biologiska aktiviteten är lägre vid låg temperatur än vid hög. (Olsson, 2004)

4.1.4.2 Drifterfarenheter

Våtmarken konstruerades ur en näringsfattig myr. Omställningen till våtmark hade troligtvis påskyndats om röjning av skuggande träd och sly genomförts i inledningen av etableringen istället för efter ett tag som nu var fallet. (Olsson, 2004)

4.1.5 Hovgården, Uppsala – luftad damm, utjämnings- och sedimenteringsdamm, kemisk fällning och sedimenteringsdamm

4.1.5.1 Lakvattenrening

Behandlingsanläggningen för lakvatten togs i bruk år 1971. Den yta som avvattnas för behandling uppgår till drygt 50 hektar. Under år 2003 bildades 67 274 m³ lakvatten, Laurell (2004). Lakvattnet samlas upp i dräneringsrör under deponin och leds via ledningar och ytvattendiken till lakvattenbehandlingen. Vatten från hårdgjorda ytor och en kondensatcell leds även det till behandling. (VA- och avfallskontoret, 2004)

Vatten som kommer från cellerna för mellanlagring av slam leds genom en slamavskiljare till två sedimenteringsdammar för ytterligare partikelavskiljning innan det rinner vidare till lakvattenbehandlingen. (Stenberg, 2004)

Lakvattnet samlas i en damm där det luftas. Luftningen sker genom flytande perforerade stålrör genom vilka luften forceras. Rören hålls flytande med hjälp av bojar. I luftningsbassängen oxideras metaller, främst järn, och i viss mån organiskt material. En del av ammoniumkvävet i lakvattnet omvandlas till nitrit genom nitrifikation. Dessutom renas vattnet från bland annat zink och kvicksilver. (Stenberg, 2004)

Med självfall rinner vattnet vidare till en utjämnings- och sedimenteringsdamm. Där sedimenterar stora partiklar och suspenderat material. Detta innebär att vattnets innehåll av ämnen bundna till dessa partiklar och material reduceras. Exempel på dessa ämnen är COD samt nitrat som omvandlas till kvävgas då anaeroba miljöer uppstår. (Stenberg, 2004)

Nästa steg i reningen av lakvattnet är det kemiska. Vattnet leds till en reningsanläggning där järnklorid, så kallad PIX, tillsätts. Järnkloridens inverkan på föroreningarna består i att metallhydroxider och till viss del fosfor fälls ut. Efter fällningsanläggningen passerar lakvattnet en sedimenteringsbassäng med lameller innan det släpps ut i recipienten. (Stenberg, 2004)

4.1.5.2 Drifterfarenheter

De perforerade stålrören rengörs regelbundet genom att hålen borras upp med en handborrmaskin. Efter ett antal rengöringstillfällen är dessa hål för stora för effektiv luftning och rören måste då bytas ut. Lakvattnet har dessutom korrosiv verkan på stål. (Stenberg, 2004)

4.1.6 Höbytorp, Upplands Bro – luftad damm, sedimentationsdamm, bevattning, kommunalt reningsverk

4.1.6.1 Lakvattenrening

Reningsanläggningen har varit i drift sedan år 1999. Från en yta på 35 hektar bildades 116 000 m³ lakvatten under år 2003. Av dessa avleddes 79 000 m³ till kommunala reningsverket efter lokal rening. Resterande mängd återcirkulerades till deponin eller användes för bevattning av mark-växsystemet. (Sandell, 2004a)

Lakvattnet samlas upp genom dräneringsrör på deponins botten och leds via täckta diken till lakvattenhanteringen. Denna börjar med en liten uppsamlingsdamm på 8000 m³ där vattnet luftas något för att eliminera lukt, varefter det leds till en utjämningsdamm som rymmer 52 500 m³. Från utjämningsdammen pumpas lakvattnet till ytterligare en damm på 14 500 m³ där vattnet luftas för att nitrifikation ska ske. Därefter leds vattnet till en sedimenteringsdamm som rymmer 2 500 m³. Förhoppningen är att vattnet ska renas från metaller, framför allt järn och mangan, genom sedimentation. (Stenbeck, 2004)

Från maj till september bevattnas odlade partier, ett så kallat mark-växsystem, med lakvattnet. De växter man odlat för bevattning har varit salix, skog samt gräs. Gräs har varit den gröda som klarat bevattningen bäst. Avsikten med detta är att växterna ska binda kvävet och andra föroreningar samt att denitrifikation ska ske i marken. Dessutom hoppas man på en nedbrytning av organiska föroreningar. (Sandell, 2004a)

4.1.6.2 Drifterfarenheter

Reningsystemet fungerar ej tillfredsställande varför man kommer att bygga nytt under år 2004. (Tengsved, 2004)

Lakvattnet innehåller mycket klorider som skadar salixen. (Stenbeck, 2004)

Luftarna i den luftade dammen är bottenluftare vilka satts igen några gånger och varit svåra att komma åt för att rengöra. (Tengsved, 2004)

4.1.7 Sala, Isätra – luftad damm, SBR-reaktor, rotzonsanläggning, kommunalt reningsverk

4.1.7.1 Lakvattenrening

Lakvattensamlas upp från ett område på tio hektar. Under år 2003 behandlades 29 940 m³ lakvatten. Den befintliga reningsanläggningen togs i bruk under år 2000. Lakvattnet samlas upp i lakvattendiken och leds till en utjämningsdamm där en ytluftare finns installerad för luftning av vattnet. (Nilsson, 2004b)

Genom att lufta vattnet tas lukt, orsakad av svavelväten, bort och dessutom sker en fällning av järn och mangan. Syrehalten i vattnet ökar genom luftning och en hög syrehalt är önskvärd i nästa reningssteg. (Thuresson, 2004)

Satsvis tas vatten in från utjämningsdammen till en SBR-anläggning. I inpumpningssteget tillsätts metanol som kolkälla vilken är en nödvändig energikälla vid denitrifikationen. Reaktorn körs med två cykler per dygn. En cykel börjar med syresättning och omrörning av vattnet för att uppnå nitrifikation. Nästa steg i cykeln är anaerob och denitrifikation sker. Efter den anaeroba fasen får satsen i reaktorn stå en stund så slammet sjunker till botten. En så kallad klarfas erhålls vilken leds till rotzonsanläggningens inblandningszon. De partiklar som återfinns i klarfasen filtreras delvis bort i den efterkommande rotzonsanläggningen. (Thuresson, 2004)

Från rotzonsanläggningens inblandningszon leds vattnet till en överstrilningsyta med vass vartefter det tränger ner i en rotzon. I detta polersteg renas vattnet från lättnedbrytbart material, partiklar och partikelbundna föroreningar. (Thuresson, 2004)

Efter våtmarken leds vattnet för närvarande till det kommunala avloppsreningsverket. Det finns tillståndsbeslut på att det renade vattnet får ledas till en närliggande recipient. Så har dock inte skett då reningsanläggningen inte har fungerat tillfredsställande under året. (Thuresson, 2004)

4.1.7.2 Drifterfarenheter

Tillsatsen av lakvattnet från kompostytan direkt in i SBR-anläggningen har medfört problem. Detta vatten har en hög halt fosfor vilket utnyttjas som energi vid nitrifikationen men innehåller dessutom mycket partiklar och skräp från kompostplattan som sätter igen pumpar och annan utrustning. För att förhindra dessa problem kommer allt vatten att ledas till lakvattendammen innan det tas in i SBR-anläggningen. (Thuresson, 2004)

Reningsgraden för en SBR är temperaturkänslig vilket har medfört att reningseffekten inte är tillfredsställande under de kalla månaderna. (Thuresson, 2004)

Från början var delar av ledningarna inte isolerade, vilket innebar att några frös sönder. (Thuresson, 2004)

4.1.8 Gryta, Västerås – luftad damm, kommunalt reningsverk

4.1.8.1 Lakvattenrening

Lakvattnet samlas upp i grävda diken som omgärdar deponin. Arean för ytan som diken avvattnar är 50 hektar. Under år 2003 samlades 132 000 m³ lakvatten in för behandling. (Nilsson, 2004a)

Vattnet samlas i en damm där luftning med ytluftare sker. Genom att lufta vattnet tas lukt, i form av svavelväten, bort och dessutom sker en utfällning av järn och mangan. (Thuresson, 2004)

Från den luftade dammen pumpas lakvattnet till det kommunala avloppsreningsverket för vidare rening. (Thuresson, 2004)

4.1.9 Norsa, Köping – luftad damm, SBR-reaktor, långsamfilter

4.1.9.1 Lakvattenrening

Under år 2003 bildades 23 520 m³ lakvatten på en yta av 14 hektar. Anläggningen för rening av lakvatten togs i bruk år 2000 (Eek et al, 2004). Lakvattnet samlas upp i det inre av de två diken som omgärdar deponin. I botten på dessa diken finns perforerade rör, genom vilka vattnet leds vidare till en uppsamlingsdamm på 3000 m³. I denna damm luftas vattnet genom en stor perforerad slang placerad på botten av dammen. Dessutom luftas vattnet genom en fontänliknande åtgärd.

Syresättningen av vattnet fyller störst funktion under de varma delarna av året då algbloomning äger rum i denna damm. Då algerna dör sjunker de till botten och bryts ned vilket ger upphov till en anaerob miljö. I denna miljö bildas svavelväten vilka förstör reaktionerna i reaktorn, nästa steg i reningsprocessen. Detta undviks genom luftningen. (Höglund, 2004)

Från dammen leds vattnet via en värmeväxlare, där det värms till 20°C, innan det släpps in i reaktorn. SBR-anläggningen körs i tre cykler per dygn. En cykel pågår i ungefär åtta timmar. Mängden renat lakvatten per sats är beroende av mängden lakvatten i dammen. Anläggningen är dimensionerad för 87 m³/dygn men kan, under kortare perioder, köras med upp till 150 m³/dygn. Lakvattnet blandas här med orenat vatten från avloppsreningsverket för att få det tillskott av fosfor som krävs för optimal nitrifikation. 100 m³ lakvatten blandas med två m³ avloppsvatten. Intaget av vatten pågår under ungefär två timmar varefter omrörning och luftning pågår i drygt en timme. Då sker nitrifikationen. Därefter stängs luftningen av och denitrifikation pågår under några timmar. Som kolkälla till denitrifierarna tillsätts metanol. Slutligen sedimenterar slammet i ungefär en timme. (Höglund, 2004)

Det vatten som dekanteras från SBR-reaktorn får infiltrera i ett långsamfilter. Filtret är uppbyggt med singel i botten och därefter ett lager sand med en diameter

på fyra till åtta mm. Filtrets uppgift är att reducera halten suspenderat material och metaller i lakvattnet. (Höglund, 2004)

4.1.9.2 Drifterfarenheter

Ledningen med lakvatten till reaktorn frös då den installerade värmeslingan utefter ledningen ej fungerade. Detta upptäcktes ej då något larm för detta inte var inkopplat. Numera kan strömtillförseln till slingan avläsas på mätare. (Höglund, 2004)

Ytterligare en erfarenhet är kunskapen om optimal slamvolym och slamålder i anläggningen. Tidigare har man haft problem med för höga halter suspenderat material i utgående, renat vatten. Idag finns kunskap om hur ofta slamtömning bör ske för att erhålla rätt slamvolym och slamålder för att både reducera kvävet och hålla det suspenderade materialet på en låg nivå. (Höglund, 2004)

4.1.10 Strandmossen, Kristinehamn – luftad damm, infiltration i mosse

4.1.10.1 Lakvattenrening

Till lakvattenhanteringen avvattnas en yta på 52 hektar (Rudqvist et al, 2002). Under år 2003 insamlades och behandlades 178 200 m³ lakvatten. Vattnet samlas upp genom diken som är grävda längs deponins sidor. Dessa diken fungerar även som uppsamlingsdiken för inträngande grund- och ytvatten. Dikena leder vattnet till en luftad damm på 9 000 m³ där BOD bryts ned och ammonium nitrifieras. (Bergström, 2004)

Nästa steg i reningen består av utsläpp i en mosse vartefter vattnet infiltrerar till marken. I mossen råder anaeroba förhållanden och en denitrifikation sker. (Bergström, 2004)

Genom att mäta nederbördsmängden, beräkna lakvattenmängden och jämföra det med värdet från flödesmätarna på utgående lakvatten får man vetskap om eventuella läckage. Dessutom skulle eventuellt läckage påvisas i de mätpunkter som redovisas i kontrollprogrammet. (Bergström, 2004)

4.1.10.2 Drifterfarenheter

Tidigare hade man en ejektorluftare på botten av dammen. Problem uppstod med igensättning då det bodde bävrar i dammen vilka orsakade att pinnar fastnade i intaget. För att rensa luftaren fick man tömma hela dammen. Numera har man byggt en brunn i vilken luftaren sitter så man lättare kan komma åt och rensa den. (Johansson, 2004)

Lakvattnet recirkuleras i den luftade dammen varpå en mätpunkt för orenat lakvatten kom för nära återcirkulationsplatsen och gav likvärdiga värden vid analys av orenat som för renat lakvatten. (Johansson, 2004)

För att förhindra oljeföroreningar i lakvattnet har man investerat i länsar vilka är utplacerade i lakvattendiket. (Johansson, 2004)

4.1.11 Holmby, Sunne – sedimentation, luftad damm, sedimentering, bevattning av skog, markbädd

4.1.11.1 Lakvattenrening

Lakvattnet samlas upp i diken som omgärdar deponin och leds till en reningsanläggning som togs i bruk under år 2002. Arealen innanför lakvattenuppsamlingsen uppgår till 14,7 hektar. Under år 2003 samlades 21 900 m³ lakvatten upp. Vattnet samlas i en uppsamlingsdamm på 100 m³ där viss sedimentation förväntas ske (Mattsson, 2003).

Vattnet leds vidare till en luftningsdamm på 4 700 m³. Uppehållstiden i denna damm är en dryg månad och under den tiden är det tänkt att nitrifikation av ammoniumkväve, oxidation av järn, biologisk nedbrytning av organiskt material samt viss sedimentation ska ske (Odén, 2004).

Nästa steg i reningsprocessen är en lakvattenbassäng på 13 700 m³ där uppehållstiden är beräknad till knappa tre och en halv månad. Till en början sker nitrifikation här. Då syrefria förhållanden så småningom uppstår sker denitrifikation, den biologiska nedbrytningen fortsätter och sedimentationen tilltar. Vid extrema nederbörds mängder kan bräddning ske från denna damm (Odén, 2004).

Från lakvattenbassängen kan lakvattnet dels pumpas till bevattning av energiskog och dels till en markbädd. Energiskogen består av ungskog av björk, sälg, al och gran. Lakvattnet sprids med ett sprinklersystem. Området som bevattnas uppgår till 36 000 m² och tar emot 6 mm/dygn. Reduktion av lakvattenmängd, fastläggning av föroreningar i mark och genom ackumulation i biomassa är effekterna av detta reningssteg. Det används under de varma månaderna med uppehåll vid kraftig eller långvarig nederbörd. Efter energiskogen leds återstående lakvattnet tillbaka till lakvattenbassängen. (Odén, 2004)

Markbädden har en area på 450 m² och tar emot ett flöde på 100 l/m². Reningen består av fastläggning av föroreningar i bäddsanden. Från markbädden släpps vattnet ut i recipienten. (Odén, 2004)

4.1.12 Östby, Åmål – luftad damm, infiltration genom mosse

4.1.12.1 Lakvattenrening

Lakvattnet samlas upp i lakvattendammen som omgärdar nästan hela deponin. Ytan som avvattnas på detta sätt är 13 hektar och mängden uppsamlat lakvatten uppgick under år 2003 till 23 324 m³. Dammens volym uppgår till 55 000 m³. Dammen är tätad utåt och uppdelad i sektioner som kan stängas från varandra för separat behandling. I den sista sektionen är uppehållstiden ungefär en vecka och där luftas lakvattnet. I dammen renas lakvattnet från metaller genom fällning samt genom sedimentation av större partiklar. (Sjögren, 2004)

Nästa steg i reningsprocessen består av pumpning av lakvatten till en mosse. Med sprinklers sprids lakvattnet över en infiltrationsyta och transporteras sedan genom mossen till recipienten. Under transporten renas lakvattnet från tungmetaller, COD, BOD samt i viss mån kväve genom fastläggning i mossen samt upptag i växtlighet. Lakvatten sprids till mossen under den tid av året då växtligheten är grön. (Sjögren, 2004)

4.1.12.2 Drifterfareheter

Till en början luftades dammen med hjälp av fyra ejektorluftare som stod på botten. Vid eventuella problem måste hela dammen tömmas för åtgärd. Numera luftas vattnet i dammen av tre ytluftare och en ejektorluftare som står på botten. (Sjögren, 2004)

4.1.13 Hyllstofta, Klippan – luftad damm, SBR-reaktor, uppsamlingsdamm, bevattning av skog, kommunalt reningsverk

4.1.13.1 Lakvattenrening

År 1996 investerades i ett lokalt reningsverk bestående av en SBR-anläggning samt dammar för renat och orenat lakvatten (Waldemarson, 2004). En bevattningsanläggning för renat lakvatten togs i drift år 1999 och slutligen byggdes luftningssystemet ut år 2000 (Torstendahl, 2001). Området som avvattnas till lakvattendammarna uppgår till 15 hektar. Under år 2003 uppgick den behandlade lakvattenmängden till 73 000 m³ (Nilsson et al, 2004)

Lakvattnet samlas i dräneringsrör under och längs sidorna på deponin och leds till en uppsamlings- och utjämningsdamm. Härifrån leds vattnet vidare till en större damm i vilken det finns en avskärmad mindre del där luftning sker med hjälp av en ejektorluftare som ligger på botten. I denna damm sker viss nitrifikation. Volymen hos dessa båda dammar uppgår till 40 000 m³. (Waldemarson, 2004)

Från den luftade dammen leds lakvattnet in i SBR-anläggningen. För att klara av att rena den relativt stora mängd lakvatten som uppkommer vid anläggningen används reaktorn året om. Lakvattnet förvärms under vinterhalvåret till ungefär

12°C innan det leds in i reaktorn. Detta görs med hjälp av en slamvärmeväxlare och innebär att reningen kan fortgå med tillfredsställande reningsgrad året om. Man har bedömt att det är ekonomiskt mer effektivt att förvärma vattnet än att ha en uppstartsperiod varje år när klimatet tillåter erforderlig rening. Reaktorn körs i fyra cykler per dag. Orenat vatten tas in i reaktorn där pH justeras med lut, fosfor tillsätts och vattnet syresätts varpå nitrifikation äger rum. Därefter tillsätts kolkälla och en syrefri miljö uppnås då denitrifikation sker. Nästa steg i processen är dekanteringen då lakvattnet leds till en uppsamlings- och utjämningsbassäng på 5 000 m³. (Waldemarson, 2004)

Från uppsamlings- och utjämningsbassängen tas vatten till bevattning av skog. Bevattning utförs dels för att minska mängden lakvatten och dels för att reducera halterna föroreningar vilka fastläggs i biomassan eller i marken. Salix är en växt som klarar bevattningen bra. Den kräver dock plana ytor för att kunna skördas med skördare. Även hybridasp klarar den relativt höga salthalt som uppstår på grund av bevattningen bra och kan dessutom planteras på mer kuperad terräng. Bevattningen är anpassad så de krav på kvävegiva och hydraulisk belastning ej överskrids. Det lakvatten som ej används till bevattning leds till kommunalt reningsverk för vidare rening. (Waldemarson, 2004)

Det lakvatten som kommer från delar av anläggningen där det ej förorenas i större utsträckning, till exempel där endast kompostering sker, leds till infiltrationsdammar. De föroreningarna som uppkommer vid dessa ytor består främst av måttligt förhöjda kvävehalter samt konduktivitet. I infiltrationsdammarna finns växter inplanterade och olika djup har skapats för att uppnå miljöer med olika syrehalt. Detta för att både nitrifikation och denitrifikation ska äga rum. Samtidigt som detta sker tillåts vattnet infiltrera i marken genom dammarnas botten. (Waldemarson, 2004)

4.1.13.2 Drifterfarenheter

Många problem av teknisk karaktär har uppstått i SBR anläggningen. Till att börja med investerades i en underdimensionerad omrörare. Arbetet blev för tungt. För att råda bot på detta kortades bladen. Ytterligare problem med omröraren var att den inte var konstruerad för lakvatten så den korroderade. (Waldemarson, 2004)

Även blåsmaskinerna var underdimensionerade. För optimal luftning ska denna typ av blåsmaskin vara monterad 30 cm från botten. Denna är nu monterad 50 cm från botten vilket resulterar i något sämre luftning. Luftarna bestod ursprungligen av PVC-rör omslutna med perforerade gummimembran. Dessa sattes igen och för att göra rent dem fick hela bassängen tömmas och slammet placeras i renvattendammen. Detta totalstopp varade i två veckor, men från driftstopp till normal funktion förflöt ungefär tio veckor. Slangluftarna har nu bytts ut mot tallriksluftare som har bättre driftsäkerhet. (Waldemarson, 2004)

Dekanteringen från reaktorn till renvattendammen dimensionerades för självfall. Då höjdskillnaden är liten tog dekanteringen lång tid. Efter en tid sattes en pump

in. Ytterligare problem uppstod då ledningen för lakvattnet inte var isolerad utan frös sönder under vintern. (Waldemarson, 2004)

Från SBR-anläggningen finns en provtagningsledning för lakvatten. I denna ledning transporterades även slam från reaktorn ut av misstag. Detta innebar att slam försvann från reaktorn och den optimala slammängden och slamåldern uppnåddes inte. Detta slam leddes dessutom ut i lakvattendammen. För att spola rent ledningen fick en högtryckstvätt sättas in. (Waldemarson, 2004)

Då SBR anläggningen och den nya dammen anlades tätade man dammen med ett plastmembran, en så kallad HDPE-duk. Efter en tid upptäcktes ett läckage från dammen och vid noggrannare undersökning visade det sig att duken var full med små hål vilka uppkommit på grund av tryck mot duken av underliggande stenar. För att minimera denna risk kan två lager duk användas. (Waldemarson, 2004)

4.1.14 Filborna, Helsingborg – luftad damm, sedimentations- och denitrifikationsdamm, lagrings- och efterbehandlingsdamm, bevattning av skog, kommunalt avloppsreningsverk

4.1.14.1 Lakvattenrening

Lakvattensystemet togs i bruk år 1994. Under år 2003 samlades 206 603 m³ lakvatten in av vilket 190 000 m³ direkt avleddes till det kommunala reningsverket och 16 000 m³ behandlades lokalt (Rönnols et al, 2004). Området som avvattnas till lakvattenhantering är 71 hektar. Lakvattnet samlas in via dräneringsrör som är nedgrävda runt om och under deponin (Rönnols et al, 2004). Via dessa leds vattnet till en årstidsutjämningsdamm på 20 000 m³.

Behandlingen av lakvattnet inleds med behandling i en luftad damm för biologisk behandling. Dammen är dimensionerad så att vattnet får en uppehållstid på ungefär tio dygn. Storleken på dammen är 10 000 m³. Syftet med luftningen är att genom biologisk aktivitet rena vattnet från lätt nedbrytbart material och att omvandla ammoniumkvävet till nitrat. Luftningen ger förmodligen även upphov till rening av metaller och då framför allt järn och mangan. I ett effektivt reningssteg kan dessutom eventuellt förekommande organiska miljögifter reduceras. (Winkler, 2004)

Nästa steg är en sedimentations- och denitrifikationsdamm på 15 000 m³. Uppehållstiden i denna är ungefär 17 dygn och avsikten med dammen är att det ska vara syrefritt så att denitrifikation och därmed reduktion av kvävehalten uppnås. Dessutom kan tyngre partiklar och fällningar sedimentera. (Winkler, 2004)

Vattnet leds vidare till en lagrings- och efterbehandlingsdamm på 25 000 m³ och till sist används det till bevattning av björk och gran på en yta av fem hektar. Avsikten med bevattningen är att reducera mängden lakvatten samt att binda de

närssalter som finns i vattnet. Eventuellt överskottsvatten leds till det kommunala avloppsledningsnätet. (Winkler, 2004)

På anläggningen finns även en deponi för specialavfall som kräver inkapsling och separat deponering. Exempel på sådant avfall är kasserat järnpulver och kalciumfluoridslam. Lakvattnet från denna del av deponin samlas i en sluten brunn. Prover tas på detta vatten och beroende på föroreningshalter leds det antingen till den ordinära lakvattenbehandlingen eller till annan extern behandling. (Möller, 2004)

På Filbornaanläggningen finns även en vattenbehandlingsanläggning för oljehaltigt slam och visst industriellt vatten. Vattnet från denna går även det till den ordinära lakvattenbehandlingen. Det innebär ett tillskott på föroreningar bestående av opolära kolväten, COD och metaller till lakvattnet. (Winkler, 2004)

4.1.15 Spillepeng, Malmö – kemisk fällning, kommunalt reningsverk

4.1.15.1 Lakvattenrening

Under år 2003 samlades sammanlagt 201 141 m³ lakvatten in från det äldre och det nyare upplaget. Det område som avvattnas till lakvattensystemet är totalt 120 hektar, varav 55 hektar tillhör nya deponin och 65 hektar den gamla (Rylander et al, 2004). Den lakvattenrening som sker från det äldre upplaget består i att delar av lakvattnet pumpas upp till toppen av deponin där det samlas i en damm och därifrån får rinna ner till botten på deponin via trappsteg i ett dammsystem. Under denna tid infiltrerar en del lakvatten i deponin och en del avdunstar. (Andersson, 2004)

Från nya delen av deponin samlas lak- och dagvattnet upp via ett dräneringssystem. Systemet består av lakvattenledningar som är kopplade till olika pumpstationer beroende på varifrån vattnet kommer. Då man skiljt avfall av olika karaktär åt för deponering i celler, se bilaga 2, får man från varje enskild cell lakvatten av egen karaktär. Då vattnets karaktär varierar kan det behandlas på olika sätt. (Andersson, 2004)

Vatten från specialavfallscellerna behandlas lokalt innan det leds till kommunens avloppsreningsverk medan övrigt lakvatten direkt leds till reningsverket. Från specialcellen på etapp I återcirkuleras lakvattnet till biocellerna i samma etapp. Från specialceller i etapp II pumpas vattnet till en fällningsanläggning vilken varit i drift sedan år 2001. Detta lakvatten har högt pH då det i cellen deponeras aska från värmeverk. Askkan innehåller mycket kalcium och hydroxidjoner då man renar rökgaserna från dessa anläggningar med tillsats av kalk. Kalken lakas ut vid nederbörd och ger upphov till ett högt pH. Detta höga pH innebär dessutom att det bly som finns i askkan komplexbinds som trihydroxiplumbatjon ($\text{Pb}(\text{OH})_3^-$) och blir vattenlösligt. I anläggningen blandas detta lakvatten med lakvatten från restceller i etapp II och III. Vattnet från dessa celler har lägre pH då det

deponerats biologiskt nedbrytbart material där. Dessa vatten blandas i en blandningskammare dels genom fritt fall och dels med den turbulens som en propelleromrörare ger upphov till. För syresättning av vattnet kan även en luftinblåsning genom perforerade rör utföras. Två till tre minuter efter blandning bildas flockar vilka avskiljs i efterföljande sedimentationsbassäng. Därefter pumpas lakvattnet genom ett kolfilter, för avskiljning av finpartiklar, innan det samlas upp i en utjämningsbassäng för vidare pumpning till avloppsreningsverket. (Internt material, årtal okänt)

4.1.15.2 Drifterfarenheter

Tidigare fällde man endast ut det bly som fanns i lakvattnet från specialceller i etapp II och då med hjälp av polymerer och saltsyra. Problemet då var att lakvattnet neutraliserades i ledningssystemet och kalciumkarbonat fälldes ut. Detta gav upphov till att ledningarna behövde spolas en gång per kvartal för att inte sättas igen. (Andersson, 2004)

4.2 TILLSTÅND

Deponianläggningarnas tillstånd har studerats med avseende på hur lakvattnet reglerats vid prövningen. Tillstånden är mycket varierande och det saknas en likformighet mellan dem både vad gäller de ämnen som ska analyseras och begränsande halter i utgående lakvatten. Det har därför inte varit möjligt att göra ytterligare jämförelser.

5 RESULTAT

5.1 JÄMFÖRELSE AV LAKVATTENRENING

Enligt statistiken från RVF, se 2.1, är rening genom luftad damm den mest frekvent förekommande tekniken för att rena lakvatten. Vid 84 av 142 anläggningar ingår rening genom luftad damm antingen som enda reningsteknik eller i kombination med andra tekniker. Bevattning av markväxsystem utförs vid 34 anläggningar. 30 av de 142 deponierna i statistiken renar vattnet genom bland annat infiltration. På samma sätt som för luftad damm finns anläggningar där infiltration är det enda reningssteget men i de flesta fall ingår infiltration i kombination med andra reningstekniker. Vid 27 anläggningar återpumpas lakvatten till deponin. Lakvattnet renas genom markbädd vid elva av de 142 deponierna och genom kemisk fällning vid sex. Våtmark, konstjord eller naturlig, återfinns vid fem av anläggningar och fyra anläggningar renar lakvattnet genom en SBR.

Tätheten av deponier är större i södra än i norra delen av Sverige. Infiltration är en av de vanligast förekommande reningsteknikerna i norra Sverige och antalet anläggningar där endast infiltration förekommer som reningsteknik är procentuellt sett större än i södra delarna av landet. Kombinationer av flera olika behandlingsmetoder vid samma anläggning är vanligare vid deponier i de södra delarna av Sverige än i de norra.

Någon trend i att de deponier med stor mängd lakvatten har antingen enklare eller mer avancerad teknik för lakvattenrening kan ej ses. Viss tendens att de deponier med stor totalmängd deponerat avfall även har fler reningstekniker i kombination kan däremot utläsas ur statistiken.

Jämförelserna av reningsteknikerna har utförts för fyra tillfällen, vår sommar höst och vinter. Dessa årstider inträder vid varierande tidpunkter för olika delar av landet. Våren inträder i början eller mitten av april i norra Sverige, i slutet av mars eller början av april i mellersta delarna och i månadsskiftet mellan februari och mars i södra Sverige. Sommaren inträder i slutet av maj i norra delarna och i mitten eller slutet av maj i mellersta och södra delarna av Sverige. Hösten börjar redan i början av september i norra Sverige. I slutet eller mitten av september kommer den till mellersta och i mitten på oktober inträder den i södra Sverige. I månadsskiftet mellan oktober och november börjar vintern i norra Sverige medan det i södra Sverige dröjer tills i januari innan det blir vinter. I Sveriges mellersta delar blir det vinter i mitten av december. (Raab et al, 1995)

Nedan följer resultat från data sammanställd från besökta deponier. Resultatet är uppställt så att varje parameter redovisas för varje reningsteknik. I de fall

uppgifter saknas för ett föregående reningssteg har ingen jämförelse gjorts. Då detta inträffar redovisas endast halter i lakvatten som lämnar reningssteget. I Tabell 1 har resultaten sammanställts för en bättre översikt. Ett plustecken representerar en ökning, ett minustecken representerar en minskning, ett kryss innebär att inget entydigt svar kan lämnas och avsaknad av tecken innebär att ingen analys utförts.

Tabell 1 Resultatet för de olika reningsteknikernas inverkan på parametrar i lakvattnet

	pH	Konduktivitet & Klorid	Susp. material	BOD & COD	NH ₄ & Tot kväve	Fosfor	Metaller
Luftad damm	+ / X	- & -	-	- & -	- & X	X	-
SBR	X	- & X	+	- & -	- & -	-	-
Filter / Markbädd	-	X & X	-	- & -	- & X	X	-
Kemisk fällning	X	X & X	-	X & X	X & X		-
Sedimentation	X	- & X		- & -	- & -	X	-
Infiltration	-	- & -			& -		

5.1.1 Luftad damm

5.1.1.1 pH

Enligt resultat i bilaga 3 ökar eller förblir pH konstant efter passage av luftad damm. De variationer i pH som kan utläsas efter rening i luftad damm ligger mellan pH 7,5 och 8,6.

5.1.1.2 Konduktivitet

Konduktiviteten minskar i de flesta fall efter luftad damm, men det förekommer även att den förblir konstant eller ökar, se bilaga 4. Värdet på konduktiviteten varierar efter rening i luftad damm från 1240 till 48 mS/m. Procentuella förändringen varierar mellan 0 % och 73 %, se bilaga 4.

5.1.1.3 Klorid

Rening från klorid ger ett liknande resultat som för konduktivitet. I de flesta lakvatten minskar kloridhalten efter rening i luftad damm, men det finns enstaka fall där halten klorid i lakvatten ökar eller är oförändrad efter luftning, se bilaga 5. Halten i utgående vatten varierar mellan 39 och 3200 mg/l. Reningen varierar mellan 0% och 66 % enligt bilaga 5.

5.1.1.4 Suspenderat material

Halten suspenderat material minskar enligt resultat i bilaga 6 i flertalet lakvatten. Halterna varierar mellan 10 och 32 mg/l. Reningen av suspenderat material varierar mellan 4 % och 78 %, se bilaga 6.

5.1.1.5 *BOD₇*

För BOD-halten i lakvattnet efter rening i luftad damm är det svårt att ge ett entydigt svar, se bilaga 7. I de flesta undersökta lakvatten minskar halten BOD efter luftning. Dock förekommer både höjd och oförändrad halt av BOD. Lägst halt efter luftad damm är 3 mg/l och högsta är 220 mg/l. Högsta uppmätta halt är 220 mg/l. Enligt resultat i bilaga 7 varierar reningen mellan 0 % och 69 %.

5.1.1.6 *COD_{Cr}*

Även för halten COD är ett entydigt resultat svårt att utläsa. Enligt resultat i bilaga 8 ses i de flesta fall en reducering. Likväl kan både ökade och oförändrade halter ses. Den enskilt bästa reningen ger, enligt resultat i bilaga 8, en reduktion av COD på 60 % och den minst effektiva reningen ger ingen reduktion. Halten COD i lakvattnet efter luftad damm varierar mellan 72 och 1400 mg/l.

5.1.1.7 *Kväve, totalt*

Enligt resultat i bilaga 9 varierar effekten av totalhalt kväve i en luftad damm. Vid några anläggningar sker en ökning medan det vid andra sker en minskning. Den högsta noterade reduktionen uppgår till 89 % och den lägsta till 7 %, se bilaga 9. Halten totalkväve i lakvatten efter luftad damm varierar mellan 6,3 och 300 mg/l.

5.1.1.8 *Kväve, ammonium*

Reduktionen av ammoniumkväve är entydig enligt resultat i bilaga 10. Effekt på rening av ammoniumkvävet varierar mellan 0 % och 79 %, se bilaga 10. Halterna varierar mellan 4 och 430 mg/l.

5.1.1.9 *Fosfor, totalt*

Ett entydigt resultat på effekten av fosforhalten är svårt att utläsa i bilaga 11. I de flesta fall sker en minskning men även ökning noteras. Reduktionen varierar mellan 0 % och 56 %, se bilaga 11. Halterna fosfor varierar från 0,041 mg/l till 6,4 mg/l.

5.1.1.10 *Bly*

Blyhalten i lakvatten minskar enligt resultat i bilaga 12 i alla lakvatten utom ett där en ökning kan ses vid ett tillfälle. Halterna i lakvattnet efter rening i luftad damm varierar mellan 0,9 och 4,4 µg/l. Den procentuella reduktionen av bly varierar mellan 4 % och 44 %, se bilaga 12.

5.1.1.11 *Järn*

Enligt resultat i bilaga 13 minskar järnhalten i samtliga luftade dammar med ett undantag. Reningen varierar mellan 0 % och 89 %, se bilaga 13. Efter luftning varierar järnhalten i lakvattnet mellan 0,89 och 3,7 mg/l. Detta efter att ett avvikande värde för Högberget har tagits bort.

5.1.1.12 *Kadmium*

Luftad damm kan ha reducerande effekt på kadmium, dock ej entydig enligt resultat i bilaga 14. Förekomsthalterna varierar mellan 0,05 och 0,3 µg/l. Reduktion efter rening genom luftad damm varierar mellan 0 % och 14 %, se bilaga 14.

5.1.1.13 *Koppar*

Kopparhalten minskar vid rening genom luftad damm enligt resultat i bilaga 15. Den största reduktion som noterats uppgår till 29 % och halten koppar i utsläppt vatten uppgår till 3 µg/l.

5.1.1.14 *Krom*

Halten krom minskar genom luftning enligt resultat i bilaga 16. Reningen varierar mellan 5 % och 95 %, se bilaga 16. Halter krom i lakvatten efter luftad damm varierar mellan 0,7 och 20 µg/l.

5.1.1.15 *Kvicksilver*

Resultatet för reducering av kvicksilver genom rening i luftad damm är enligt uppgifter i bilaga 17 svåra att tyda. Halten kvicksilver ökar lika ofta som den minskar eller förblir oförändrad. Utgående halter varierar mellan 0,02 och 0,13 µg/l. Reduktionen varierar mellan 0 % och 42 %.

5.1.1.16 *Mangan*

Luftad damm har en reducerande inverkan på manganhalten i lakvatten, se bilaga 18. Effekten av reningen varierar mellan 2 % och 58 % av manganhalten, se bilaga 18. Halten mangan i lakvattnet efter rening i luftad damm varierar mellan 0,36 och 3,9 µg/l.

5.1.1.17 *Nickel*

Enligt resultat i bilaga 19 både ökar och minskar halten nickel i lakvatten efter behandling i luftad damm. Halten varierar mellan 7,2 och 14 µg/l. Reduktionen varierar mellan 5 % och 13 %, se bilaga 19.

5.1.1.18 *Zink*

Zinkhalten reducerar vid behandling i luftad damm, se bilaga 20. Reduktionen varierar mellan 4 % och 68 %, se bilaga 20. Halten zink i lakvatten efter luftad damm varierar mellan 16 och 100 µg/l.

5.1.2 SBR-anläggning

5.1.2.1 pH

Enligt resultat i bilaga 3 har rening genom SBR varierad effekt på pH-värdet. Vid en anläggning sker reduktion av pH medan det på en annan sker en ökning. Värdet i utgående vatten varierar mellan 6,6 och 8,4.

5.1.2.2 Konduktivitet

Även för konduktiviteten har en SBR varierad effekt. Vid vissa tillfällen kan en ökning av konduktiviteten noteras. I de flesta fall sker dock en minskning av konduktiviteten efter rening i SBR, se bilaga 4. Reduktionen varierar mellan 3 % och 21 %, se bilaga 4. Konduktiviteten i lakvattnet efter rening i SBR varierar mellan 985 och 1390 mS/m.

5.1.2.3 Klorid

För förändring av kloridhalten är resultatet ej entydigt, både ökning och minskning av halten kan urskiljas, se bilaga 5. Halten klorid i lakvattnet efter rening varierar mellan 2600 och 4100 mg/l. I de fall reducering sker varierar den mellan 4 % och 15 %, se bilaga 5.

5.1.2.4 Suspenderat material

Halten suspenderat material ökar efter en SBR, se bilaga 6. Lägst halt suspenderat material i lakvattnet efter SBR är 14 mg/l och högsta halten är 160 mg/l. Reduceringen uppgår till 53 %.

5.1.2.5 BOD7

Halten BOD minskar vid de flesta tillfällen, men vid två tillfällen ökar halten kraftigt, se bilaga 7. Reduktionen av mängden BOD varierar mellan 5 % och 72 %, se bilaga 7. Halten BOD i utgående vatten varierar mellan 4 och 88 mg/l.

5.1.2.6 CODCr

Halten COD ökar eller är konstant, se bilaga 8. Halterna varierar mellan 320 och 600 mg/l.

5.1.2.7 Kväve, totalt

Reduktionen av kväve är tydlig och stor enligt resultat i bilaga 9. Reduktionen varierar mellan 40 % och 97 %, se bilaga 9. Halten i renat lakvatten varierar mellan 7 och 84 mg/l.

5.1.2.8 Kväve, ammonium

Halten ammoniumkväve reduceras kraftigt genom rening med SBR, se bilaga 10. Reduktion varierar mellan 46 % och 100 %, se bilaga 10. Halten ammoniumkväve i renat lakvatten varierar mellan 0 mg/l och 70 mg/l.

5.1.2.9 Fosfor, totalt

Halten fosfor minskar i de flesta fall men ökar kraftigt vid några tillfällen enligt resultat i bilaga 11. I utgående vatten varierar fosforhalten mellan 0,27 och 1,3 mg/l. Reduktionen varierar mellan 2 % och 79 %, se bilaga 11.

5.1.2.10 Bly

Halten bly uppgår till 7,7 µg/l efter rening genom SBR, se bilaga 12.

5.1.2.11 Järn

Järnhalten i lakvattnet minskar efter behandling i SBR, se bilaga 13. Halten järn noteras uppgå till 2,5 mg/l efter rening genom SBR.

5.1.2.12 Kadmium

Halten kadmium efter rening genom SBR uppgår till 0,45 µg/l enligt resultat i bilaga 14.

5.1.2.13 Koppar

Halten koppar i lakvattnet efter rening genom SBR uppgår till 55 µg/l, se bilaga 15.

5.1.2.14 Krom

Lakvattnets innehåll av krom uppgår till 13 µg/l efter rening genom SBR, se bilaga 16.

5.1.2.15 Kvicksilver

Kvicksilverhalten uppgår till 0,13 µg/l efter rening genom SBR enligt resultat i bilaga 17.

5.1.2.16 Mangan

Enligt resultat i bilaga 18 sker en reduktion av manganhalten i lakvattnet efter behandling i SBR. Halten mangan i lakvattnet efter rening uppgår till 1,5 µg/l.

5.1.2.17 Nickel

Halten nickel i utgående vatten från SBR uppgår 46 µg/l, se bilaga 19.

5.1.2.18 Zink

Halten zink i utgående vatten från SBR uppgår till 60 µg/l, se bilaga 20.

5.1.3 Filter, markbädd

5.1.3.1 pH

Efter rening genom markbädd kan en sänkning av pH konstateras, förutom vid ett tillfälle då ökning av pH noteras, se bilaga 3. Lägsta värde på pH är 6,8 och högsta värdet efter passage av markbädd är 8,3.

5.1.3.2 Konduktivitet

Något entydigt resultat av effekten av rening genom filter med avseende på konduktivitet går ej att utläsa ur resultat i bilaga 4. Såväl reducering som ökning av konduktivitet efter passage genom filter inträffar. Värdet på konduktiviteten varierar mellan 63 och 1400 mS/m. Reduktionen av konduktiviteten varierar mellan 2 % och 17 %, se bilaga 4.

5.1.3.3 Klorid

Filter har ej någon entydig effekt på rening av lakvatten från klorid. Både ökning och minskning av halten noteras, se bilaga 5. Reningen varierar mellan 0 % och 11 %, se bilaga 5. Kloridhalten i utgående vatten varierar mellan 43 och 4000 mg/l.

5.1.3.4 Suspenderat material

Halten suspenderat material minskar vid samtliga mättillfällen utom ett, se bilaga 6. Lägsta halten i lakvatten efter rening genom markfilter är 7 mg/l och högsta halten uppmättes till 90 mg/l. Rening varierar mellan 28 % och 78 %, se bilaga 6.

5.1.3.5 BOD₇

Halten BOD reduceras vid passage genom markfilter, se bilaga 7. I utgående lakvatten varierar halten BOD mellan 3 och 25 mg/l. Rening varierar mellan 0 % och 71 %.

5.1.3.6 COD_{Cr}

COD-halten minskar efter rening genom markfilter förutom vid ett tillfälle, enligt resultat i bilaga 8. Vid reningen reduceras halten COD med mellan 13 % och 35 %, se bilaga 8. I utgående vatten från markfilter varierar halten COD mellan 64 och 390 mg/l.

5.1.3.7 Kväve, totalt

För kvävehalten kan inget entydigt resultat utläsas ur bilaga 9, enligt vilken halten både ökar och minskar efter rening genom markfilter. Reningen varierar mellan 5 % och 25 %, se bilaga 9. Halterna kväve i lakvattnet efter rening genom markfilter varierar mellan 7 och 80 mg/l.

5.1.3.8 *Kväve, ammonium*

Resultatet för ammoniumkväve visar på en reduktion vid passage av markfilter, se bilaga 10. Halterna på utgående lakvatten varierar mellan 2 och 70 mg/l. Reduktionen varierar mellan 0 % och 92 %, se bilaga 10.

5.1.3.9 *Fosfor, totalt*

Fosfor är ett ämne för vilket halten reduceras vid rening genom markfilter enligt resultat i bilaga 11. Halterna på utgående värden varierar mellan 0,039 och 0,84 mg/l. Reningen varierar mellan 7 % och 61 %, se bilaga 11.

5.1.3.10 *Bly*

Blyhalten minskar i de flesta fall vid rening genom markfilter enligt resultat i bilaga 12. Halten bly i lakvattnet efter markfiltret varierar mellan 0,5 och 4,9 µg/l. Effekten av reningen varierar mellan 15 % och 84 %, se bilaga 12.

5.1.3.11 *Järn*

Reduktion av halten järn erhålls i de flesta fall enligt resultat i bilaga 13 efter rening av lakvatten genom markfilter. Vid två tillfällen ökar järnhalten, båda dessa tillfällen infaller under vinterhalvåret. Reduktionen varierar mellan 8 % och 81 %, se bilaga 13, och halterna i filtrerat vatten varierar mellan 0,31 och 20 mg/l.

5.1.3.12 *Kadmium*

Hur kadmiumhalten ändras vid rening genom markfilter är ej entydigt enligt resultat i bilaga 14. Halten i utgående vatten varierar mellan 0,019 och 0,32 µg/l. Reduktionen varierar mellan 0 % och 93 %, se bilaga 21.

5.1.3.13 *Koppar*

Kopparhalten i lakvatten anrikas efter passage av markfilter enligt resultat i bilaga 15. Halten i lakvattnet efter markfilter varierar mellan 5,2 och 140 µg/l.

5.1.3.14 *Krom*

Kromhalten både minskar och ökar vid passage av markfilter, se bilaga 16. Reduktionen varierar mellan 23 % och 30 % och halterna i utgående vatten varierar mellan 2,1 och 24 µg/l.

5.1.3.15 *Kvicksilver*

Någon reduktion av halten kvicksilver vid rening genom markfilter sker inte enligt resultat i bilaga 17. Kvicksilverhalten varierar mellan 0,1 och 0,13 µg/l. Reduktionen varierar mellan 0 % och 23 % enligt bilaga 17.

5.1.3.16 Mangan

En reduktion av halten mangan kan ses i bilaga 18. Reduktionen varierar mellan 9 % och 66 %, se bilaga 18. Halterna mangan i utgående vatten varierar mellan 0,01 och 1,2 µg/l.

5.1.3.17 Nickel

Enligt resultat i bilaga 19 minskar mängden nickel i lakvatten efter markfilter. Halten varierar mellan 6,4 och 30 µg/l i utgående lakvatten från markbädden. Effekten på reningen varierar mellan 35 % och 11 %, se bilaga 19.

5.1.3.18 Zink

Zinkhalten minskar genom rening i markfilter enligt resultat i bilaga 20. Reningen varierar mellan 8 % och nära 100%, se bilaga 21, halten i utgående vatten varierar mellan 0,01 och 86 µg/l.

5.1.4 Kemisk fällning

5.1.4.1 pH

Inget entydigt resultat kan utläsas ur bilaga 3 angående förändringar i pH vid rening av lakvatten genom kemisk fällning. Värdet på pH varierar mellan 7,2 och 7,9 efter fällning.

5.1.4.2 Konduktivitet

Angående konduktiviteten kan heller inget entydigt svar utläsas ur resultat i bilaga 4. Den är antingen opåverkad eller minskar. Värdet efter fällningen varierar mellan 434 och 2480 mS/m.

5.1.4.3 Klorid

Rening genom kemisk fällning innebär, enligt resultat i bilaga 5, en höjning i kloridhalten vid en deponi medan det innebär en sänkning av kloridhalten vid den andra. Halterna varierar mellan 1 800 och 12 000 mg/l i utgående vatten och reduktionen uppgår till 5 % enligt bilaga 5.

5.1.4.4 Suspenderat material

Halten suspenderat material minskar något, se bilaga 6. Halten suspenderat material uppgår till 24 mg/l i det lakvatten som passerat fällning och reduktionen uppgår till 1 %.

5.1.4.5 BOD₇

En liten reduktion av halten BOD kan utläsas från resultatet i bilaga 7. Halten i det vatten som passerat rening är 61 mg/l och reduktionen uppgår till 12 %.

5.1.4.6 CODCr

Enligt resultat i bilaga 8 sker både anrikning och reduktion av COD efter rening genom kemisk fällning. Halterna i utgående vatten varierar mellan 260 och 370 mg/l. Effektivaste reduceringen uppgår till 21 %, se bilaga 8.

5.1.4.7 Kväve, totalt

Totalhalten kväve reduceras något efter rening genom kemisk fällning enligt resultat i bilaga 9. Halten i utgående vatten uppgår till 270 mg/l.

5.1.4.8 Kväve, ammonium

Halten ammoniumkväve ökar vid rening genom kemisk fällning, vilket kan utläsas ur resultat i bilaga 10. Halten i utgående vatten varierar mellan 21 och 270 mg/l.

5.1.4.9 Bly

Enligt bilaga 12 minskar blyhalten vid rening genom kemisk fällning. Utgående halter uppgår till 9,9 µg/l och effektivast rening uppgår till 76 %, se bilaga 12.

5.1.4.10 Järn

Järnhalten ökar enligt resultat i bilaga 13. Halten järn i utgående vatten från fällningsanläggningen uppgår till 2,1 mg/l.

5.1.4.11 Kadmium

Ett resultat för verkan av rening genom kemisk fällning är svårt att utläsa ur resultat i bilaga 14. Utgående halt från fällningsanläggningen uppgår till 0,8 µg/l.

5.1.4.12 Koppars

Halten koppars i lakvattnet reduceras ej vid rening genom kemisk fällning enligt resultat i bilaga 15. Halten i utgående vatten varierar mellan 8 µg/l.

5.1.4.13 Krom

Kemisk fällning har reducerande effekt på krom enligt resultat i bilaga 16. Halten krom i renat lakvatten uppgår, efter rening med 48 %, till 20 µg/l.

5.1.4.14 Kvicksilver

Reduktion med avseende på kvicksilver vid rening genom kemisk fällning sker inte entydigt enligt resultat i bilaga 17. Kvicksilverhalten varierar mellan 0,02 och 0,1 µg/l. Reduktionen varierar mellan 0 % och 13 %.

5.1.4.15 Mangan

Halten mangan reduceras upp till 95 % vid kemisk fällning, se bilaga 18. Halten i utgående vatten uppgår till 0,005 µg/l enligt resultat i bilaga 18.

5.1.4.16 *Nickel*

Ett entydigt svar angående reduktionen av nickel kan ej utläsas i resultat redovisade i bilaga 19. Reningen reducerar halten med 5 %. I utgående lakvatten varierar halten nickel mellan 8 och 29 µg/l.

5.1.4.17 *Zink*

Zinkhalten i lakvatten reduceras vid kemisk fällning enligt resultat i bilaga 20. Reduktionen uppgår till mellan 20 % och 35 %. Halterna zink i utgående vatten varierar mellan 16 och 58 µg/l.

5.1.5 **Sedimentering / Utjämning**

5.1.5.1 *pH*

Ett entydigt svar angående förändringar i pH efter sedimentering kan ej utläsas ur resultat i bilaga 3. Efter rening genom sedimentering varierar pH mellan 7,6 och 8,2.

5.1.5.2 *Konduktivitet*

Enligt resultat i bilaga 4 reduceras konduktiviteten vid sedimentering. En minskning på mellan 6 % och 80 % noteras. Värdet på konduktiviteten efter sedimentering varierar mellan 158 och 649 mS/m.

5.1.5.3 *Klorid*

Angående kloridhalten efter sedimentering är ett entydigt svar ej möjligt att utläsa ur resultat i bilaga 5, där både reduktion och ökning av halten sker. Halten i utgående vatten varierar mellan 410 och 1300 mg/l. Reduktionen varierar mellan 0 % och 81 %.

5.1.5.4 *BOD₇*

Halten BOD minskar vid sedimentering, se bilaga 7. I utgående vatten varierar halten mellan 30 och 37 mg/l. Effektivaste reduktionen uppgår till 83 %.

5.1.5.5 *COD_{Cr}*

En reduktion av halten COD noteras i resultat i bilaga 8 vid sedimentering. Halten i utgående vatten varierar mellan 50 och 840 mg/l. Reningen varierar mellan 22 % och 89 %.

5.1.5.6 *Kväve, totalt*

Enligt resultat i bilaga 9 reduceras totala kvävehalten vid sedimentering. Utgående värden varierar mellan 210 och 250 mg/l. Effektivaste reduktionen uppgår till 17 %.

5.1.5.7 *Kväve, ammonium*

Resultat i bilaga 10 visar både en ökning och en minskning av ammoniumkvävehalten. Utgående halt varierar mellan 3 och 130 mg/l. Reduceringen varierar mellan 76 % och 93 %.

5.1.5.8 *Fosfor, totalt*

Efter sedimentering både ökar och minskar fosforhalten enligt resultat i bilaga 11. Halten i utgående vatten varierar mellan 0,1 och 4,2 mg/l. Reduktionen varierar mellan 33 % och 42 %.

5.1.5.9 *Bly*

Enligt resultat i bilaga 12 minskar halten bly vid sedimentering. Utgående halt är 3,7 µg/l.

5.1.5.10 *Järn*

Järnhalten reduceras vid rening genom sedimentering, se bilaga 13. Utgående halt i lakvattnet är 1,8 mg/l.

5.1.5.11 *Kadmium*

Enligt resultat i bilaga 14 minskar kadmiumhalten vid sedimentering. Utgående halt i är 0,06 µg/l.

5.1.5.12 *Koppar*

Halten koppar reduceras efter sedimentering, se bilaga 15. Utgående halt är 1,4 µg/l.

5.1.5.13 *Krom*

Kromhalten reduceras vid rening genom sedimentering, se bilaga 16. Utgående halt i lakvattnet är 49 µg/l.

5.1.5.14 *Kvicksilver*

Sedimentering har ingen entydig inverkan på halten kvicksilver i lakvatten enligt resultat i bilaga 17. Utgående halt varierar mellan 0,02 och 0,1 µg/l och reduktionen varierar mellan 0 % och 24 %.

5.1.5.15 *Mangan*

Sedimentering har reducerande effekt på halten mangan i lakvatten, se bilaga 18. Utgående halt uppgår till 0,39 µg/l.

5.1.5.16 *Nickel*

Halten nickel antingen minskar eller förändras ej genom sedimentation, se bilaga 19. Utgående halt varierar mellan 2 och 110 µg/l och reduktionen varierar mellan 0 % och 55 %.

5.1.5.17 Zink

Zinkhalten både ökar och minskar vid rening genom sedimentering, se bilaga 20. Utgående halt i lakvattnet varierar mellan 21 och 69 µg/l. Effektivast reducering uppgår till 27 %.

5.1.6 Mosse

5.1.6.1 pH

Efter rening genom mosse ses en tydlig sänkning av pH enligt resultat i bilaga 3. Värdet på pH i utgående vatten varierar mellan 3,6 och 6,9.

5.1.6.2 Konduktivitet

Konduktiviteten i lakvatten reduceras efter passage genom mosse, se bilaga 4. Reduktionen varierar mellan 87 % och 96 %. Halterna i utgående vatten varierar mellan 4 och 19 mS/m.

5.1.6.3 Klorid

Kloridhalten reduceras efter rening genom mosse, se bilaga 5. Halterna på kloridvärdet varierar mellan 1 och 20 mg/l. Reduktionen varierar mellan 64 % och 98 %.

5.1.6.4 Kväve, totalt

Halten kväve reduceras efter rening genom mosse, se bilaga 9. Halter i utgående vatten varierar mellan 0,3 och 2 mg/l. Reduktion varierar mellan 94 % och 98 %.

5.1.6.5 Fosfor, totalt

Fosforhalten reduceras i de flesta fall efter rening genom mosse, men även en ökning kan ses i resultat i bilaga 11. Utgående halter varierar mellan 0,007 och 0,039 mg/l. Reduktionen varierar mellan 40 % och 86 %.

5.2 EGENKONTROLLPROGRAM

Egenkontrollprogrammen vid besökta deponier skiljer sig avsevärt från varandra. I detta kapitel presenteras sammanställningar över varje deponis kontrollprogram.

5.2.1 Högberget, Kramfors

Kontrollprogrammet inkluderar provtagning och analys av lak-, yt- och grundvatten. Dessutom analyseras med jämna mellanrum vattnet från enskilda brunnar.

5.2.1.1 Lakvatten

Provpunkterna för kontroll av lakvatten är placerade så de representerar vatten

- från deponin
- efter luftning och sedimentation
- efter markbädd
- vid bräddning av lakvattendamm

Prov tas med variation på intervallen från en gång i månaden till två gånger per år. För information om vilka parametrar som analyseras och hur ofta, se bilaga 22. Information om när på året prov tas finns i Tabell 2.

5.2.1.2 Ytvatten

Lakvattnets eventuella påverkan på omgivande miljö kontrolleras i ytvattenpunkter placerade i

- bäck som avvattnar anläggningsområdet
- avskärande ytvattendiken nedströms upplaget
- bäck nedströms deponin.

Tillfällen för provtagning och analys varierar från en gång per månad till två gånger per år. För information om vilka parametrar som analyseras se bilaga 23 och för information om när provtagning inträffar se Tabell 2.

5.2.1.3 Grundvatten

Kontrollen är utformad så läckage av grundvatten tidigt ska upptäckas i ytliga jordlager och bergssprickor i anslutning till den recipient som tar emot lakvatten. Ett borrhål uppströms upplaget nyttjas dels som vattentäkt för anläggningen men även som referenspunkt.

Mellan två och fyra gånger per år analyseras grundvattnet. För information om vilka parametrar som analyseras se bilaga 24 och för information om när analyser genomförs se Tabell 2.

5.2.1.4 Brunnar

Två gånger per år analyseras vattnet i enskilda brunnar se Tabell 2 för tillfällen och bilaga 25 för analyserade parametrar. Vid avvikande värden på analyserade parametrar utförs en större analys.

Tabell 2 Kontrollprogram för Högberget

Vattentyp	Intervall
Lakvatten	månadsvis mars, april, maj, juni, aug, sep, okt och nov april/maj, juni, aug och okt juni och okt
Ytvatten	månadsvis juni och okt
Grundvatten	juni och okt
Brunnar	april, juni, aug och okt juni och okt

5.2.2 Älandsbro, Härnösand

Kontrollprogrammet inkluderar analyser av lak-, yt-, grund-, samt dricksvatten. Analyser ska utföras enligt svensk standard (SIS) eller likvärdig metod.

5.2.2.1 Lakvatten

Provpunkterna för kontroll med avseende på lakvattenrening motsvarar vatten

- från deponin
- efter lakvattenreningen

För beräkning av recipientflödet mäts vattenståndet i recipienten fyra gånger om året. I övrigt sker analyser av lakvattnet med intervall från varje vecka till en gång om året. För analyserade parametrar se bilaga 22 och för närmare beskrivning av när analyser genomförs se Tabell 3.

5.2.2.2 Ytvatten

Prover tas på yt- och grundvatten för information om eventuell föroreningsspridning. Ytvattenprovpunkterna är placerade så de motsvarar

- uppströms liggande sjös utlopp i recipienten
- recipienten uppströms lakvattenutsläpp
- recipienten 200 meter nedströms lakvattenutsläpp
- avskärande dike där deponin sluttar ner mot diket, men som ligger uppströms deponin ur avrinningssynpunkt

Analysintensiteten varierar mellan fyra och tolv gånger per år. Information om analyserade parametrar ges i bilaga 23 och om tidpunkt för analys i Tabell 3

5.2.2.3 Grundvatten

Grundvattnet mäts i borrhål och grundvattenrör. Dessa är placerade så några motsvarar referenspunkter i opåverkade områden och några motsvarar information om eventuell föroreningsspridning. Grundvattenrören sträcker sig mellan 1,5 och 3,5 meter ner i marken.

Analys utförs mellan två och fyra gånger per år. För parametrar och tillfälle se bilaga 24 samt Tabell 3.

5.2.2.4 *Dricksvatten*

En gång om året kontrolleras kvalitén i två dricksvattenbrunnar nedströms deponin. För analyserade parametrar och tillfälle se bilaga 25 samt Tabell 3.

Tabell 3 Kontrollprogram för Ålandsbro

Vattentyp	Intervall
Lakvatten	jan, april, juli, sep veckovis månadsvis jan, april, juli, sep maj, aug, sep sep
Ytvatten	månadsvis jan, april, juli, sep
Grundvatten	april, sep juni, sep
Dricksvatten	sep

Utöver denna kontroll utförs en okulär kontroll av avskärande diken samt lakvattendiken i oktober varje år samt vid extrem nederbörd. Vid denna kontroll ska följande noteras: hinder i flödesvägen, förekomst av vattensamlingar och sly samt funktion av yt-, mark- och grundvattenavbördning. På en karta ska tydliga tillflöden till diken markeras tillsammans med datum och nederbörd före och vid observationen.

5.2.3 **Lappmyran, Ljusdal**

Enligt kontrollprogrammet provtas och analyseras lak-, yt- och grundvatten.

5.2.3.1 *Lakvatten*

Provpunkten för lakvattnet är placerad så den motsvarar vatten

- från deponin

Lakvattnet analyseras mellan en och tre gånger per år. I Tabell 4 anges när under året dessa analyser äger rum. I bilaga 22 anges vilka parametrar som analyseras.

5.2.3.2 *Ytvatten*

Provpunkterna för ytvattnet är belägna så de representerar

- kontroll av förorenings spridning uppströms deponin
- recipient efter passage av reningsanläggning
- referens på recipienten

- recipient efter lakvattenpåsläpp

Analys av vattnet sker även för ytvatten mellan en och tre gånger per år. I bilaga 23 anges vilka parametrar som analyseras och i Tabell 4 anges när analyserna genomförs.

5.2.3.3 Grundvatten

Prov på grundvatten tas genom borrhål runt deponin, med koncentration av provpunkter nedströms deponin i avrinningsområdet.

Även grundvattnet analyseras mellan en och tre gånger per år. De ämnen som analyseras anges i bilaga 24 och i Tabell 4 beskrivs när prover tas.

Tabell 4 Kontrollprogram för Lappmyran

Vattentyp	Intervall
Lakvatten	juni, juli och okt okt
Ytvatten	juni, juli och okt okt
Grundvatten	juni, juli, okt okt

5.2.4 Forsbacka, Gävle

Enligt kontrollprogrammet analyseras lak-, yt- och grundvatten. Dessutom utförs en biologisk recipientkontroll vart tredje år. Provtagning utförs av personal som genomgått utbildning och analyser genomförs på ackrediterat laboratorium.

5.2.4.1 Lakvatten

Provpunkten för lakvattnet är placerad så den representerar vatten

- från deponin

Analys genomförs mellan en och tolv gånger per år. De parametrar som analyseras anges i bilaga 22 och i Tabell 5 anges de månader då analyser utförs.

5.2.4.2 Ytvatten

Kontrollpunkterna för ytvattnet är placerade så de representerar

- inträngande vatten
- kontroll av ett område med torv som lakvattnet passerar
- område nedströms deponin där risk finns att vatten tränger ut orenat

Analys genomförs fyra gånger per år, för analyserade parametrar se bilaga 23 och för tidpunkter se Tabell 5.

5.2.4.3 Grundvatten

Provpunkterna för grundvatten är placerade så de omgärdar deponin.

Två gånger om året genomförs analyser. För närmare tidpunkter se Tabell 5 och för analyserade parametrar se bilaga 24.

Tabell 5 Kontrollprogram för Forsbacka

Vattentyp	Intervall
Lakvatten	månadsvis feb, maj, aug och nov aug
Ytvatten	feb, maj, aug och nov
Grundvatten	maj och nov

5.2.5 Hovgården, Uppsala

Kontrollprogrammet inkluderar kontroll av lak-, yt- och grundvatten för kunskap om eventuell föroreningsspridning.

5.2.5.1 Lakvatten

Provtagningspunkterna för lakvatten är placerade så de representerar vatten

- från slamcellen
- från deponin
- efter luftningsdammen
- efter utjämningsdammen
- efter reningsverket

Analys av vattnet genomförs varannan vecka och varannan månad. För analyserade parametrar se bilaga 22 och för tidpunkter under året se Tabell 6.

5.2.5.2 Ytvatten

Provtagningspunkterna för ytvatten är placerade så de motsvarar

- källa uppströms reningsverket, kontroll av referensen
- dike med ytavrinning från skogen, referenspunkt
- fortsättningen på diket ovan, 50 meter nedströms reningsverket,
- recipient uppströms sammanflöde med utsläppsäck
- recipient nedströms sammanflöde med utsläppsäck
- före utloppet till recipienten

Frekvensen på provtagningen och analysen är lika i alla punkter förutom i punkten för kontroll av recipienten där provtagningen endast sker en gång per år. För information om vilka parametrar som analyseras se bilaga 25. Prover på ytvattnet tas med intervall från varannan vecka till varannan månad. De parametrar som analyseras anges i bilaga 23 Tillfällen för provtagning anges i Tabell 6.

5.2.5.3 Grundvatten

Punkterna för provtagning av grundvattnet är placerade vid sidorna av och nedströms deponin. Provtagning sker två gånger per år, se Tabell 6. För beskrivning av de parametrar som analyseras se bilaga 24.

Tabell 6 Kontrollprogram för Hovgården

Vattentyp	Intervall
Lakvatten	varannan vecka månadsvis feb, april, juni, aug, okt och dec
Ytvatten	varannan vecka feb, april, juni, aug, okt och dec sep
Grundvatten	vecka 19 och vecka 39

5.2.6 Högbytorp, Upplands Bro

Kontrollprogrammet omfattar provtagning och analys vid provpunkter för lak-, yt- och grundvatten, enskilda brunnar, jordprover samt energiskog. Provtagningen sker av utbildad provtagare och analyserna utförs med ackrediterade metoder.

5.2.6.1 Lakvatten

Provtagningspunkterna är placerade så de motsvarar vatten

- från deponin
- efter luftad damm
- efter sedimenteringsdamm

Analyserade parametrar i lakvattnet anges i bilaga 22. I Tabell 7 anges när under året de olika analyserna utförs, vilket är med en variation från varje månad till en gång per år.

5.2.6.2 Ytvatten

Provpunkterna för analys av ytvatten är spridda runt deponin för kontroll av förorenings-spridning. Tre av punkterna är belägna så de motsvarar kontroll av lakvattnet efter bevattning av energiskog.

Analys av ytvattnet utförs med jämna mellanrum med frekvenser från varje månad och ner till en gång per år. När analyser sker beskrivs i Tabell 7 och de parametra som analyseras anges i bilaga 23.

5.2.6.3 Grundvatten

Punkterna för provtagning av grundvatten är på samma sätt som punkterna för ytvatten spridda runt deponin för att upptäcka eventuella läckage av föroreningar.

Grundvattnet analyseras mellan två och fyra gånger per år. Analyserade parametrar anges i bilaga 24. I Tabell 7 anges då analystillfällen inträffar. Dock förekommer variationer i frekvensen och analyserade parametrar förekommer för varje provpunkt.

5.2.6.4 Jord och energiskog

Jordprover från olika punkter på deponin och i energiskogen analyseras en gång per år, för upptäckt av anrikning av eventuella föroreningar. De parametrar som analyseras återges i bilaga 25 och tidpunkten för analysen anges i Tabell 7.

Tabell 7 Kontrollprogram för Högbytorp

Vattentyp	Intervall
Lakvatten	månadsvis april, juni, sep och nov juni
Ytvatten	månadsvis feb, juni, juli, aug, sep, okt och nov nov
Grundvatten	april, juni, sep och nov juni och nov
Jord och energiskog	sep

5.2.7 Sala, Isätra

Kontrollprogrammet inkluderar provtagning och analys av lak-, yt- och grundvatten. Provtagning sker av utbildad provtagare och analyser utförs av ackrediterat laboratorium.

5.2.7.1 Lakvatten

Provtagningspunkterna för lakvatten är placerade så de motsvarar vatten

- från biocellen
- från deponin

Analys utförs dels månadsvis och dels fyra gånger per år. För exakta tidpunkter se Tabell 8. De parametrar som analyseras anges i bilaga 22.

5.2.7.2 Ytvatten

Provtagningspunkterna för ytvatten är ur avrinningssynpunkt placerade nedströms deponin.

Prover tas med intervall från en gång per år till en gång i månaden. När dessa prover tas anges i Tabell 8. De parametrar som analyseras anges i bilaga 23.

5.2.7.3 Grundvatten

Provtagningspunkterna för grundvatten är utspridda runt deponin. För prov på grundvatten i jordlager finns fem provpunkter och för prov på grundvatten i berggrund finns en provpunkt.

Analys utförs med en variation på frekvensen mellan en gång i månaden och en gång per år. För analyserade parametrar se bilaga 24 och för närmare beskrivning av provtillfällena se Tabell 8.

Tabell 8 Kontrollprogram för Isätra

Vattentyp	Intervall
Lakvatten	månadsvis kvartalsvis
Ytvatten	månadsvis april
Grundvatten	månadsvis april

5.2.8 Gryta, Västerås

Enligt kontrollprogrammet analyseras lak-, yt- och grundvatten. Provtagningen sker av utbildad provtagare och analyserna utförs av ackrediterat laboratorium.

5.2.8.1 Lakvatten

Provtagningspunkterna för lakvatten är placerade så de motsvarar vatten

- från deponin
- efter luftad damm

Provtagningar utförs mellan en gång per månad till en gång per år. I bilaga 22 anges vilka parametrar som analyseras och i Tabell 9 beskrivs när analyserna utförs.

5.2.8.2 Ytvatten

Provtagningspunkterna för ytvatten är spridda runt deponin.

Analys av ytvattnet genomförs från en gång per månad till fyra gånger per år. De parametrar som analyseras anges i bilaga 23 och tillfällena anges i Tabell 9.

5.2.8.3 Grundvatten

Provtagningspunkterna för grundvatten är även de utspridda runt deponin. För prov på grundvatten i jordlager finns fyra provpunkter och för prov på grundvatten i berggrund finns tre provpunkter.

Frekvensen för analys varierar mellan månadsvis provtagning till prov tagna två gånger per år. Ingående parametrar i analysen anges i bilaga 24. Tillfällena för analys anges i Tabell 9.

Tabell 9 Kontrollprogram för Gryta

Vattentyp	Intervall
Lakvatten	månadsvis kvartalsvis kvartalsvis
Ytvatten	månadsvis kvartalsvis
Grundvatten	månadsvis två gånger per år

5.2.9 Norsa, Köping

Kontrollprogrammet omfattar provtagning på lak- och grundvatten. Proven tas av ackrediterad provtagare.

5.2.9.1 Lakvatten

Provpunkten är placerad så vattnet representerar

- luftat lakvatten.

Prov på lakvattnet tas med varierad frekvens från en gång om dagen upp till två gånger per år. För analyserade parametrar se bilaga 22 och för beskrivning av provtagningstidpunkter se Tabell 10.

5.2.9.2 Grundvatten

Provpunkterna för grundvatten är åtta stycken varav en är en bergsborrad brunn. Prov tas dagen efter att grundvattenröret pumpats ur. Detta för att provet ska tas på färskt vatten.

Analys sker på parametrar enligt bilaga 24 och med jämna intervall från fyra till två gånger per år, närmare beskrivet i Tabell 10

Tabell 10 Kontrollprogram för Norsa

Vattentyp	Intervall
Lakvatten	dagligen feb, maj, aug och nov feb och aug
Grundvatten	feb, maj, aug och nov feb och aug

5.2.10 Strandmossen, Kristinehamn

Kontrollprogrammet omfattar provtagning på lak- yt- och grundvatten. Dessutom analyseras vatten i brunnar. Provtagning sker av deponins laborant vilken är en godkänd provtagare och analys utförs av ackrediterat laboratorium.

5.2.10.1 Lakvatten

För analys av lakvattnet är provpunkterna placerade så de representerar vatten

- från deponin
- efter luftad damm

Lakvattnet analyseras två gånger om året. För närmare beskrivning av tidpunkten se Tabell 11. Analyserade parametrar anges i bilaga 22.

5.2.10.2 Ytvatten

Provpunkterna är placerade så de representerar

- opåverkat ytvatten
- ytvatten nära deponin
- slutet på mossen, det vill säga sista reningssteget (tre stycken utspridda)

Två gånger per år analyseras ytvattnet. I Tabell 11 anges tillfällena. För information om vilka parametrar som analyseras se bilaga 22.

5.2.10.3 Grundvatten

Provpunkterna för analys av grundvatten är placerade söder och norr om deponin. Grundvattnet analyseras mellan en och två gånger per år. I tabellen nedan anges när detta sker. I bilaga 24 anges de parametrar som analyseras.

5.2.10.4 Brunnar

Det vatten som analyseras från närbelägna brunnar analyseras på parametrar angivna i bilaga 25. Vattnet analyseras mellan en och två gånger per år, för tidpunkt se Tabell 11.

Tabell 11 kontrollprogram för Strandmossen

Vattentyp	Intervall
Lakvatten	juni och nov
Ytvatten	juni och nov
Grundvatten	juni och nov juni
Brunnar	juni och nov juni

5.2.11 Holmby, Sunne

Analyserna av vatten i kontrollprogrammet ska göras med mätmetodstandard i SS, SS-EN, SS-EN ISO eller motsvarande och på Ofiltrerat vatten. Filtrering före metallanalys ska dock genomföras då laboranten anser det nödvändigt. Enligt kontrollprogrammet ska lak-, yt- och grundvatten analyseras.

5.2.11.1 Lakvatten

Provpunkterna för kontroll av lakvattnet är placerade så de motsvarar vatten

- från deponin
- efter lakvattenbehandling

Lakvattnet analyseras mellan en och fyra gånger per år. Det analyseras då på parametrar beskrivna i bilaga 22. I Tabell 12 anges tidpunkter för provtagning.

5.2.11.2 Ytvatten

För kontroll av ytvattnet tas prover till analys i två punkter. De är placerade så de motsvarar

- opåverkad recipient, uppströms deponin
- recipienten, nedströms deponin

Provtagning utförs mellan en och fyra gånger per år, för mer detaljerad tidsangivelse se Tabell 12. För information om de parametrar som analyseras se bilaga 23.

5.2.11.3 Grundvatten

För kontroll av grundvattnet tas prover i grundvattenrör, men även i bergborrade vattentäkter. Proverna analyseras på samma ämnen och med samma frekvens för grundvattenrören som för de borrhade brunnarna. Provpunkterna för grundvatten är placerade så de motsvarar

- grundvatten uppströms deponin
- grundvatten nedströms deponin, tre stycken

Analys på grundvattnet utförs mellan en och två gånger per år och då med avseende på parametrar beskrivna i bilaga 24. I Tabell 12 ges en mer detaljerad beskrivning av provtagningstillfällena.

Tabell 12 Kontrollprogram för Holmby

Vattentyp	Intervall
Lakvatten	april, juni, aug och nov aug
Ytvatten	april, juni, aug och nov aug
Grundvatten	april och aug aug

5.2.12 Östby, Åmål

Enligt ett nyligen framtaget kontrollprogram kontrolleras lak-, yt- och grundvatten. Provtagning ska utföras enligt anvisningar i Naturvårdsverkets Handbok för miljöövervakning och provtagare ska vara utbildade.

5.2.12.1 Lakvatten

Provtagningspunkterna för lakvatten är placerade så de motsvarar vatten

- från deponin
- efter luftad damm
- efter våtmark

Dessutom utförs sedimentprov i lakvattendammen.

Prov på lakvatten tas på en halv meters djup då djupet är större än en meter. Då djupet är mindre tas prov mitt emellan ytan och botten. Om prov ej kan tas utan sedimentinverkan ska provet dekanteras i fält. För sedimentprov ska tio delprov samlas in, vilka slås samman till ett samlingsprov för analys

Analys utförs mellan en gång i månaden och vart femte år. Vilka parametrar som analyseras när anges i bilaga 22. För detaljerad beskrivning av tidpunkten för provtagning se Tabell 13. Sedimentprov tas vart femte år och analyseras då på parametrar angivna i bilaga 25. Analys på sedimentprover utförs endast där de är särskilt angivet.

5.2.12.2 Ytvatten

Provpunkterna för mätning av ytvatten är placerade så de motsvarar området runt deponin och nedströms recipienten i förhållande till deponin.

Då djupet understiger en meter tas provet mellan yta och botten. Vid större djup än en meter tas provet på en halv meters djup. Om prov ej kan tas utan sedimentinverkan ska provet dekanteras i fält. Prov ska helst tas i mitten av vattendraget.

Parametrar analyseras med frekvenser på en gång i månaden till fyra gånger per år. De parametrar som analyseras anges i bilaga 23 och tillfällena för analyser anges i Tabell 13.

Vart femte år tas bottenfaunaprov i recipienten för analys.

5.2.12.3 Grundvatten

Provpunkterna för kontroll av grundvattnet är belägna runt om och relativt nära deponin.

Prov ska om möjligt tas en halv meter över botten och grundvattenrören ska omsättas minst en gång innan provtagning. Om prov ej kan tas utan sedimentinverkan ska provet dekanteras i fält.

Analyser utförs mellan en gång per månad och fyra gånger per år. De parametrar som analyseras anges i bilaga 24. För beskrivning av när prov utförs se Tabell 13.

Tabell 13 Kontrollprogram för Östby

Vattentyp	Intervall
Lakvatten	månadsvis feb, april, juni, aug, okt och dec aug och okt vart 5: e år
Ytvatten	månadsvis feb, april, aug och okt vart 5: e år
Grundvatten	månadsvis feb, april, aug och okt vart 5: e år

5.2.13 Hyllstofta, Klippan

Tre kontrollprogram finns utformade. Ett för avfallsanläggningen, ett för bevattning med renat lakvatten samt ett för infiltrationsanläggningen för drän- och dagvatten från behandlingsyta.

5.2.13.1 Avfallsanläggningen

Kontrollprogrammet för avfallsanläggningen är uppdelat i kontroll av anläggningen, för att visa att reningsanläggningen drivs enligt gällande villkor, och kontroll av yt- och grundvatten samt mark med syfte att upptäcka eventuella läckage och spridning av förorening från anläggningen.

5.2.13.1.1 Lakvatten

Provpunkterna är placerade så de motsvarar vatten

- från deponin
- inkommande till reningsanläggningen
- från reningsanläggningen

Lakvattnet analyseras genom prov en gång per månad. Information om analyserade parametrar ges i bilaga 22 där detta beskrivs med siffran tolv. Dessutom tas ett delprov ut varje månad för att sammanföras till ett årsprov. I bilaga 22 beskrivs analyserade parametrar från detta prov med 1(12).

5.2.13.1.2 Ytvatten

Provpunkterna för ytvatten är spridda runt deponin.

Variationerna i analys av ytvattnet sträcker sig från en gång i månaden till en gång per år. De parametrar som analyseras presenteras i bilaga 23 och närmare beskrivning av tidpunkter för provtagning ges i Tabell 14.

5.2.13.1.3 Grundvatten

Provpunkterna för analys av grundvatten är spridda runt deponin med en koncentration vid området för bevattning. Vattnet kontrolleras via nedgrävda, perforerade rör vilka ska vara försedda med godkända lock. För provtagning i jord ska den del av röret som befinner sig i jord vara tät. Provtagning ska ske på nytt vatten varför rören torrumpas dagen före mätning. Innan pumpning mäts nivån i rören. Om vattnet är artesiskt förlängs röret för att få rätt nivå.

Variationerna i analys av grundvattnet sträcker sig från en gång i månaden till en gång per år. De parametrar som analyseras presenteras i bilaga 24 och närmare beskrivning av tidpunkter för provtagning ges i Tabell 14.

5.2.13.1.4 Markprover

En gång per år tas ett samlingsprov bestående av minst 20 prover ut. För parametrar som analyseras se bilaga 25 och för tidpunkt se Tabell 14. Dessutom kontrolleras vegetation med avseende på svamp och insektsangrepp varje månad på de ytor bevattning sker. Kontroll av stamhöjd och stamtjocklek för varje vegetationstyp utförs även det en gång per år.

Tabell 14 Kontrollprogram för Hyllstofta

Vattentyp	Intervall
Lakvatten	månadsvis årsvis april
Ytvatten	månadsvis april och sep april
Grundvatten	månadsvis april och sep april
Markprov	en gång per år, efter bevattningssäsong

5.2.13.2 Bevattning med renat lakvatten

Efter rening i det lokala reningsverket bevattnas planterad och befintlig skog med lakvattnet. För kontroll av förorenings-spridning i detta område har ett särskilt kontrollprogram inrättats. Provtagning sker i 13 grundvattenpunkter och en ytvattenpunkt. Frekvensen av analyserna är säsongsberoende. Under bevattningssäsongen, april till oktober, tas prover varje månad och under den del av året då bevattning ej utförs, november till mars, tas prover varannan månad. Årligen tas ytliga jordprover vilka kompletteras med djupare prover vart femte år. För information om analyserade parametrar se bilaga 25.

Växtligheten kontrolleras varje månad av anläggningens personal för snabba förändringar och en gång per år av utomstående biolog. Växtprover tas en gång per år och analyseras på metaller.

5.2.13.3 Infiltrationsanläggning för drän- och dagvatten

För drän- och dagvatten från behandlingsyta för kompostering av olika avfall samt lagring och flisning av träavfall finns ett separat system för lakvattenbehandling. Yt- och grundvatten kontrolleras för att undersöka påverkan på grundvatten samt för kunskapsgenerering av kvävefraktionernas förändring.

Ytvattenpunkterna är placerade så de motsvarar

- tillförsel till infiltrationsdammar
- sista sektionen av första dammen
- sista sektionen av andra dammen
- sista sektionen av tredje dammen
- ytvattendike nedströms infiltrationsanläggningen

Prover från dessa analyseras en gång per månad förutom prover från diket vilka endast tas och analyseras två gånger per år. Grundvattenprover tas via sex borrhör varannan månad. För information om analyserade parametrar se bilaga 25.

5.2.14 Filborna, Helsingborg

Kontrollprogrammet omfattar prover på lak-, yt- samt ytligt och djupt grundvatten. Kontrollen av ytvattnet kan även benämnas recipientkontroll. På samtliga typer av vatten tas prover även genom utökad egenkontroll, dessa redovisas dock ej här.

5.2.14.1 Lakvatten

Provpunkterna för lakvatten är placerade så de motsvarar vatten

- från deponin
- i sedimentationsbassängen vid askdeponin
- för bevattning

Provtagning genomförs med jämna intervall från en gång per månad till en gång per år. I Tabell 15 anges tidpunkter för detta och i bilaga 22 anges de parametrar som analyseras.

5.2.14.2 Ytvatten

Provpunkterna är placerade så de motsvarar

- recipient uppströms anläggningen
- recipient nedströms anläggningen (nära)
- recipient nedströms anläggningen (längre ifrån)

Analys utförs med intervall från en gång i månaden till två gånger per år. I bilaga 23 anges analyserade parametrar och i Tabell 15 anges provtagningstider.

5.2.14.3 Grundvatten

Provpunkterna för kontroll av grundvatten är placerade så de motsvarar vatten

- uppströms anläggningen
- nedströms anläggningen
- inom framtida deponiområde
- vid kompressorstation
- direkt nedströms anläggningen (tre stycken)
- nedströms anläggningen på 12 meters djup
- nedströms anläggningen på 40 meters djup

En gång per månad och två gånger per år analyseras grundvattnet på parametrar beskrivna i bilaga 24. I Tabell 15 anges tidpunkterna för analyserna.

Tabell 15 Kontrollprogram för Filborna

Vattentyp	Intervall
Lakvatten	månadsvis april, maj, aug och nov aug
Ytvatten	månadsvis april, maj, aug och nov
Grundvatten	månadsvis april och aug

Utöver dessa prover tas sediment- och bottenfaunaprov på recipienten för att undersöka deponins påverkan på bäcken.

5.2.15 Spillepeng, Malmö

Kontrollprogrammet omfattar prover på lakvatten samt ytligt och djupt grundvatten. Lakvattenprovtagning sker med flödesstyrda automatiska provtagare i pumpstationer. I övrigt utförs all provtagning av Sysavs egen personal.

5.2.15.1 Lakvatten

Prov på lakvatten tas i de olika pumpstationerna vilka är spridda runt deponin. På så sätt analyseras de olika cellernas lakvatten enskilt.

Analys utförs med varierad frekvens från en gång per månad upp till en gång per år beroende på parameter och provpunkt. Parametrar som analyseras anges i bilaga 22 där beskrivningen (12) anger frekvensen för analys utförd på lakvatten från fällningsanläggningen. I Tabell 16 anges när analyser utförs. Analyser utförs även på det lakvatten som passerar pumpstationen för överföring till

avloppsreningsverket. I bilaga 22 anges dessa parametrar med beskrivningarna (4) och (1).

5.2.15.2 Grundvatten

Både det ytliga och det djupa grundvattnet analyseras en till två gånger per år med avseende på parametrar presenterade i bilaga 25.

Tabell 16 Kontrollprogram för Spillepeng

Vattentyp	Intervall
Lakvatten	månadsvis april, juni, sep, dec sep
Grundvatten	april, sep

6 DISKUSSION

Resultatet av reningen för de studerade reningsteknikerna följer väl litteraturens beskrivning av hur ämnen reagerar och förändras samt hur ämnen reduceras genom olika tekniker. Resultaten av de analyserade parametrarna stämmer därmed väl med de förväntade resultaten.

I nedanstående kapitel resoneras närmare omkring vilka ämnen som renas vid de olika reningsstegen och genom vilka reaktioner det sker.

6.1 FELKÄLLOR

De undersökningar som genomförts har baserats på ett värde, från år 2003, per årstid och parameter. Detta innebär att tillfälliga fluktuationer och avvikande värden har stor inverkan på resultatet. För större säkerhet hade fler analyser behövt tas i beaktande. Ytterligare en osäkerhet i resultatet grundar sig på att prover tagits av olika personer och analyser genomförts vid olika labb. Detta innebär att variationer i provtagning och analys kan inverka på resultatet. Några av de studerade reningsteknikerna har förekommit oftare än andra vilket medför att det för vissa metoder existerar många resultat att ta i beaktande medan det för andra metoder endast finns enstaka värden att analysera. Ytterligare en felparameter är att prover för jämförelse av en reningstekniks effekt är tagna under samma dygn och ej med reningsteknikens uppehållstid som intervall. Lakvatten är ej homogent, vilket betyder att det vatten som passerar en provpunkt vid en viss tid inte innehåller samma föroreningar och med samma halter som det lakvatten som passerar samma provpunkt en tid senare. Detta medför att då prover tas vid olika provpunkter vid samma tillfälle blir uppmätt reningseffekt något missvisande.

6.2 LUFTAD DAMM

I luftad damm fungerar omvandlingen av ammoniumkväve till nitrit väl, däremot påverkas inte totala kvävehalten i stor utsträckning. Att lakvattnet renas från metaller vid luftning är positivt och något oväntat. Däremot verkar inte reduceringen av BOD realiseras i väntad utsträckning.

6.2.1 pH

Högt pH innebär att väte kan avgå som ammoniakgas. Denna reaktion börjar då pH uppgår till 8,3 eller mer. En ökning av pH anses utifrån denna aspekt vara negativ då ammoniak bidrar till övergödningen.

6.2.2 Konduktivitet och klorid

Resultaten för konduktivitet och kloridhalt följer varandra i flera fall. Det kan bero på att konduktiviteten till viss del bestäms av halten kloridjoner. Vid en av deponierna uppmättes en högre kloridhalt än vid andra deponier, vilket förklaras genom att endast aska deponeras vid denna deponi och askor har ett högt innehåll av salter. Att rena ett vatten från klorid är svårt. En reduktion i kloridhalt genom luftning är därför ett positivt resultat.

6.2.3 Suspenderat material

Att halten suspenderat material inte minskar så mycket i luftad damm är väntat då vattnet ständigt är i rörelse och därför ej sedimenterar till botten.

6.2.4 BOD och COD

Något oväntat är det att inte halten BOD minskar mer då syretillgången är hög i den luftade dammen och det därmed finns mycket syre att tillgå för de mikroorganismer som bryter ner BOD. En förklaring kan vara att temperaturen är för låg för att mikroorganismerna ska fungera optimalt och att uppehållstiden därför ej är tillräckligt lång för att uppnå tillfredsställande reduktion. Även halten COD borde minska i en luftad damm, om än i lägre utsträckning än halten BOD. En möjlig förklaring till att det ej är så kan vara att det inte är samma vatten som analyseras, se 6.1.

6.2.5 Kväve, totalt och ammonium

Den totala kvävehalten borde ej reduceras genom rening i luftad damm då denitrifikation kräver anaerob miljö. En förklaring till att detta ändå inträffar kan vara ammoniakavgång till luften. En annan förklaring kan vara att det är lakvatten från olika delar av deponin som analyserats och att ingångshalten därför varierar. Den väntade reduktionen av ammoniumkväve beror av att nitrifikation sker i den aeroba miljön.

6.2.6 Totalhalt fosfor

Fosfor åtgår vid nitrifikationen genom upptag av mikroorganismer. Det betyder dock inte att halten fosfor reduceras då mikroorganismerna fortfarande finns i vattnet. Fosfor kan även binda till organiska salter eller till partiklar. Vid sedimentation av dessa reduceras halten fosfor i vattnet. Detta kan förklara att fosforhalten i vissa fall reduceras genom rening i luftad damm.

6.2.7 Metaller

De flesta metaller reduceras något genom rening i luftad damm. Förklaringen till detta är för en del av metallerna att de bildar komplex och/eller binder till humus.

Dessa föreningar faller sedan till botten. Dock är reduktionen av metaller inte så stor vilket förmodas bero på den rörelse som finns i vattnet i en luftad damm och som innebär att sedimentation ej sker i stor utsträckning. Några exempel på metaller som bildar komplex i luftad damm är kadmium som bildar kloridkomplex i saltvatten, vilket stämmer med lakvatten där kloridhalten är hög, och koppar som även det bildar kloridkomplex men som också bildar komplex med hydroxidgrupper (OH⁻). Då pH är relativt högt borde även detta kunna inträffa. De höga halter av kvicksilver som noteras beror med stor sannolikhet på begränsningar i detektionsgräns vid de laboratorier som utför analysen. Ett laboratorie med låg detektionsgräns finns vid IVL där analyser med detektionsgräns på halter ner till 1 ng/l kan utföras. I naturliga halter förekommer kvicksilver i mindre än 0,01 µg/l.

6.3 SBR

Att rena lakvatten genom SBR är ett effektivt sätt att reducera halten kväve, fosfor, BOD och suspenderat material då anläggningen justeras efter dessa ämnen. Stora men kortvariga variationer i lakvattnet är dock svåra att parera då resultat från analyser på lakvattnet kommer deponin till del då fluktuationer redan kan vara över och förändringar i inställningar på reaktorn ej längre är relevanta. Huruvida rening från metaller sker i en SBR går ej att svara på i denna studie då halter i ingående vatten saknas. Dock borde reducering ske på samma sätt som i luftad damm men med ett lägre reningsresultat då uppehållstiden är kortare.

6.3.1 pH

Resultatet från en SBR visar i vissa fall på en höjning av pH värdet. Det är viktigt att notera att på samma sätt som för luftad damm kan ett högt värde på pH i en SBR ge upphov till ammoniakavgång till luften.

6.3.2 Konduktivitet och klorid

Resultaten för konduktivitet och kloridhalt följer varandra i stor utsträckning efter rening i SBR. Att kloridhalterna minskar kan bero på komplexbildning med metaller och sedimentation under den anaeroba, stillastående fasen i cykeln. Vid den ena av de två reaktorer som jämförts minskar konduktiviteten men ej kloridhalten. Det kan bero på reduktion av andra joner som påverkar konduktiviteten men som ej är studerade. En annan möjlig förklaring kan vara inkorrekt provtagning eller analys.

6.3.3 Suspenderat material

Att halten suspenderat material i lakvattnet ökar efter reaktorn kan bero på för kort tid för sedimentering eller att hålet för dekantering sitter något lågt och att det

därmed följer med slam ut vid tömning så kallad slamflykt. En annan trolig orsak kan vara att slamhalten är för hög i reaktorn. I redovisat resultat från Norsa beror den höga halten suspenderat material under sommarmånaderna på att temperaturen under 2003 var högre och nederbörden lägre än normalt vilket medförde att mängden lakvatten var mindre än normalt och därmed innehöll högre halter föroreningar. Halten suspenderat material var extra hög då förhållandena i den utjämningsdamm som föregår reaktorn dessutom var syrefri med obefintlig nedbrytning. Situationen förvärrades ytterligare då algblomning uppstod vilket ökade halten suspenderat material.

6.3.4 BOD och COD

Stor reduktion av BOD vid rening genom SBR beror på att det organiska materialet i lakvattnet tas upp av de mikroorganismer som är aktiva vid denitrifikation då de behöver en kolkälla för att fungera. Vid Norsa noteras avvikande värden i reduktionen av BOD. Det beror på en överdosering vid tillsatts av kolkälla. Detsamma gäller halten COD vid Norsa, som förblir oförändrad alternativt ökar efter rening. Vid Hyllstofta sker dock en tydlig reduktion av halten COD. Att luftningen i en SBR är tillräcklig för att även bryta ned svårnedbrytbara ämnen är positivt då risken för syrebrist i recipienten i och med detta minskar. Reduktion av BOD och COD i en SBR kan även bero på sedimentation.

6.3.5 Kväve, totalt och ammonium

En närapå total reduktion av halten ammoniumkväve indikerar att tillgången på syre och andra essentiella ämnen för mikroorganismerna är god i reaktorn. Att totalhalten kväve inte reduceras lika effektivt beror för Norsa antagligen på samma orsaker som beskrivits i 6.3.3, med en varm vår och sommar. Eventuellt kan det bero på att tillgången på denitrifierande mikroorganismer är för låg.

6.3.6 Totalhalt fosfor

Fosfor utgör ett essentiellt ämne för de mikroorganismer som utför nitrifikationen. Då halten fosfor i lakvattnet inte är tillräcklig för dessa tillsätts det processen. Halten fosfor i utgående vatten borde därför reduceras hel och hållet. Mätningar utförs på mängden fosfor i lakvattnet innan reaktorn för exakt dosering. Att halten inte minskar beror på att de organismer som tar upp fosfor ej hinner sedimentera. Detta förklaras på samma sätt som i 6.3.3 med högre halter suspenderat material i ingående vatten än normalt.

6.3.7 Metaller

För flertalet metaller saknas uppgifter på eventuell reduktion, men motsvarande reaktioner borde inträffa under den luftade cykeln i reaktorn som i luftad damm och sedimentering borde äga rum under den anaeroba tidsperioden i reaktorn.

6.4 FILTER, MARKBÄDD

Vid rening genom filter eller markbädd renas lakvattnet från suspenderat material, kväve, fosfor, BOD och COD genom fastläggning eller aerob och anaerob nedbrytning. Dessutom fastläggs metaller i filtret.

6.4.1 pH

Att pH ändras i markbäddar kan bero på tillskott av regnvatten med skiftande pH, eventuell ammoniakavgång samt en mängd andra kemiska reaktioner som inverkar på pH värdet.

6.4.2 Konduktivitet och klorid

Att kloridhalten inte minskar är väntat då halten består av joner vilka är för små för att fastläggas i en markbädd med relativt stor kornstorlek. Då även konduktiviteten beror av förekomsten av joner i vattnet påverkas inte heller den.

6.4.3 Suspenderat material

Det suspenderade materialet är stort nog att fastläggas i markbädden, varför halten reduceras.

6.4.4 BOD och COD

Anledningen till att även halterna BOD och COD reduceras i filter är nedbrytning och fastläggning. Nedbrytningen kan dels äga rum i den aeroba miljö som påträffas i den övre delen av filtret, och dels i den anaeroba miljö som existerar längre ner. De mikroorganismer som bryter ner materialet kan även vara aktiva i anaerob miljö. Där är reaktionerna dock långsammare och nedbrytningen tar längre tid.

6.4.5 Kväve, totalt och ammonium

Ammoniumkvävet reduceras antagligen genom nitrifikation i den övre delen av markbädden där miljön är aerob medan totalhalten kväve reduceras genom denitrifikation i de anaeroba miljöerna längre ned i markbädden.

6.4.6 Totalhalt fosfor

Anledningen till att fosforhalten reduceras kan vara att de mikroorganismer som är aktiva vid nitrifikationen tar upp fosfor. Dessa organismer fastläggs sedan i filtret varför halten fosfor minskar. Fosfor kan även vara bundet till exempel sandkorn vilka fastnar i filtret.

6.4.7 Metaller

Metallers reducering kan bero på att de bildar komplex eller binder till större partiklar vilka fastläggs i filtret. Resultat med avseende på kvicksilver beskrivs för filter på samma sätt som för luftad damm, se 6.2.7.

6.5 KEMISK FÄLLNING

Kemisk fällning är en effektiv metod för reducering av metaller och suspenderat material. Dock innebär det en tillsats av kemikalier vilket är både kostsamt och negativt ur miljösynpunkt. Metoden reducerar ej halten kväve eller BOD.

6.5.1 pH

pH påverkas inte i märkbar utsträckning av fällning i undersökta fall. Beroende på vilka kemikalier som tillsätts kan pH ändras.

6.5.2 Konduktivitet och klorid

Hur konduktiviteten och kloridhalten i lakvattnet varierar vid kemisk fällning beror på vilken fällningskemikalie som tillsätts. Då konduktiviteten beror på jonerna i vattnet minskar den om antalet joner minskar och ökar om antalet joner ökar. Då fällningskemikalien innehåller klorid ökar kloridhalten i vattnet.

6.5.3 Suspenderat material

Att även halten suspenderat material reduceras beror på att flockar med bland annat suspenderat material bildas och sedimenterar.

6.5.4 BOD och COD

Rening genom kemisk fällning har ej någon tydlig effekt på halten BOD och COD. Den reduktion som sker kan bero på sedimentation.

6.5.5 Kväve, totalt och ammonium

Kemisk fällning har ej heller någon tydlig effekt på halten kväve, varken totalhalten eller ammoniumhalten, då varken nitrifikation eller denitrifikation sker. Detta är ej heller avsikten med kemisk fällning.

6.5.6 Metaller

Vid rening genom kemisk fällning reduceras metaller. Vilka metaller som reduceras beror på vilken fällningskemikalie är tillsätts. Ett avvikande värde återfinns vid Spillepeng för kadmium vilket förklaras med att problem uppstod

vid analys. Kvicksilver avviker också från den reducerande trenden. Förklaringen är densamma som för kvicksilvers beteende vid rening genom luftad damm, se 6.2.7.

6.6 SEDIMENTERING

Vid användning av sedimentering som behandlingsteknik renas lakvattnet från det mesta som på något sätt är partikelbundet och därmed kan sedimentera. Hur stor reduktionen blir med avseende på dessa ämnen beror på hur länge sedimentationen får fortgå.

6.6.1 pH

Rening av lakvatten genom sedimentation ger förändringar i pH. Det kan bero på tillskott av regnvatten med annat pH än vad lakvattnet har då sedimenteringsdammar i de flesta fall är öppna system. Det kan även förklaras genom att prov tagits vid samma tidpunkt och därmed på lakvatten med olika pH värde. Ytterligare förklaringar finns till att pH ändras då det finns många reaktioner som bidrar till ändringar i pH.

6.6.2 Konduktivitet och klorid

Den reducering av kloridhalten och konduktiviteten som sker förklaras med att klorider och andra ämnen i jonform bildar komplex. Dessa komplex sedimenterar och därmed minskar både konduktiviteten och kloridhalten.

6.6.3 BOD och COD

Vad gäller BOD halten så reduceras den medan COD halten ej minskar i samma utsträckning. Detta är ett något märkligt resultat då COD består av större partiklar vilka borde sedimentera snabbare.

6.6.4 Kväve, totalt och ammonium

Både den totala kvävehalten och halten ammoniumkväve reduceras. Detta kan till viss del förklaras med sedimentation av suspenderat material till vilket kväve bundit men även att det är olika vatten som analyseras. Med hänsyn till det pH som råder borde ammoniakavgång inte vara att befara.

6.6.5 Totalhalt fosfor

Halten fosfor både ökar och minskar efter sedimentering enligt resultatet. Dock finns ingen förklaring till att halten fosfor skulle öka varför det antas bero på provtagning vid samma tidpunkt, se 6.1. Ett avvikande värde noteras för Hovgården men detta beror troligen på fel vid provtagning eller analys.

6.6.6 Metaller

Vid sedimentering reduceras de flesta metaller. I många fall föregås sedimentering av en luftad damm och det saknas uppgifter om halter efter detta steg. Det råder därför osäkerhet om huruvida redueringen sker i den luftade dammen eller vid sedimenteringen. Troligast är ändå att redueringen sker genom sedimentation av komplex eller av humuspartiklar som metallen bundit till. Avvikande värden för kvicksilver förklaras på samma sätt som för luftad damm se 6.2.7. För nickel är resultatet oförändrat. Anledningen är oklar, men kan vara samma som för kvicksilver.

6.7 MOSSE

Att rena lakvatten genom en mosse är effektivt så länge mossen har kapacitet att binda föroreningar. Frågan är om kapaciteten kan upphöra och vad som i så fall händer. Börjar mossen släppa det den dittills bundit eller släpper den bara igenom vattnet utan att föroreningar binds? En annan farhåga är att det ska skapas fåror i mossen där lakvattnet lätt kan ta sig fram och den renande effekten upphör på grund av kortad uppehållstid. Noterade reduktioner skulle dessutom kunna bero på den utspädning av lakvattnet som antas ske i mossen och inte på grund av faktisk fastläggning av föroreningarna.

6.7.1 pH

pH värdet minskar kraftigt efter rening genom mosse. Detta beror på att den naturliga miljön i en mosse är sur vilket inverkar på lakvattnet.

6.7.2 Konduktivitet och klorid

Även konduktiviteten och kloridhalten reduceras efter rening genom mosse. Att kloridhalten reduceras kan antas bero på att kloriden binder till den humus som finns i mossen. Detsamma antas även övriga joner som bidrar till konduktiviteten göra varför även denna reduceras.

6.7.3 Kväve, totalt och ammonium

Anledningen till att totala kvävehalten reduceras kan vara att anaeroba förhållanden råder i en mosse och denitrifikation sker. Då analysresultat saknas för halten ammoniumkväve går det ej att säga hur den förändras. Dock borde inte reduktionen vara stor.

6.7.4 Metaller

För metaller finns ingen data analyserad varför mossens effekt på redueringen av metaller ej är utvärderad.

6.8 OMVÄND OSMOS

Omvänd osmos är en effektiv metod med hög verkningsgrad för rening av lakvatten. Problemet uppstår dock vid hantering av det lakvatten som återstår efter rening. Rening genom denna teknik innebär ej en nedbrytning av föroreningar utan minskar endast volymen på det förorenade vattnet vilket innebär att halterna i det kvarvarande vattnet är höga. Att recirkulera det till deponin är en lösning som inte är helt oproblematiske då föroreningarna förr eller senare kommer tillbaka till lakvattnet igen. Ett bättre sätt att ta hand om det förorenade vatten som kvarstår efter omvänd osmos vore att använda ett effektivt reningsätt för att ta bort föroreningarna.

6.9 BIOLOGISKT FILTER

Den reningsmetod som utvecklas på Stena där torv utnyttjas som ett biologiskt filter verkar även det vara en effektiv teknik. Den utvecklas ytterligare och fortsatt forskning pågår för att utvärdera filtrets kapacitet. Vid denna metod kan man dock ifrågasätta användandet av torv, som med jämna mellanrum måste bytas ut. Torv är en jungfrulig råvara med lång bildningstid varför det kan vara olämpligt att använda. Idag bryts dock torv för att användas till energiproduktion. Ett utnyttjande av torv i filter kan därför försvaras med att använda det till bränsle då det inte längre duger som filtermaterial. Vid eldning med torv som använts som filter är en effektiv rökgasrening särskilt viktig så föroreningar ej sprids på detta sätt istället för via vatten.

6.10 ÖVRIGA ERFARENHETER AV LAKVATTENRENING

Vid utförandet av en anläggning för lakvattenrening är det viktigt att fundera över hur lakvattnet kommer ändras med tiden så anläggningen kan anpassas efter detta. I takt med att avfallet till våra deponier ändras och tekniken utvecklas både vad gäller deponering och behandling av avfall kommer lakvattnet förändras avsevärt. En förändring av de avfallsslag som deponeras är inom en snar framtid realitet då varken brännbart eller organiskt material får läggas på deponi. Dessutom bränns större mängder avfall nu än tidigare vilket ger upphov till större mängd deponering av askor.

Ett antagande var att deponier med mycket lakvatten inte skulle ha ekonomisk möjlighet att rena detta men någon sådan trend kan ej ses. Ett annat antagande var att de deponier med stor mängd deponerat avfall även har större ekonomiska möjligheter att utveckla ett mer avancerat lakvattenreningsystem än mindre deponier. Inte heller detta verkar vara fallet. Det man kan urskilja är att deponier

med stor totalmängd deponerat avfall i de flesta fall har fler reningsmetoder i kombination medan deponier med liten mängd deponerat avfall endast har en eller två. Fler metoder i kombination kan ge upphov till rening från olika typer av föroreningar varför det är att föredra. Även om de kombinerade metoderna renar lakvattnet från samma typ av förorening kan det vara att föredra då reningen antagligen blir större då reducering sker gång på gång.

6.11 EGENKONTROLLPROGRAM

Egenkontrollprogrammets utformning varierar avsevärt mellan de olika deponierna i så väl antal parametrar som frekvensen för analys.

6.11.1 Lakvatten

Flertalet deponier analyserar lakvattnet efter varje reningssteg. Andra analyserar endast det orenade och färdigbehandlade lakvattnet, innan det släpps ut till recipienten. Ytterligare andra analyserar endast det orenade lakvattnet innan rening.

För kontroll av de olika reningsstegens effekt borde det vara av intresse att se lakvattnets variationer, och därför utföra analyser mellan varje reningssteg. Viktigt för kontroll av spridning av föroreningar är att analysera det renade lakvattnet innan utsläpp till recipient.

pH, konduktivitet, totalhalt kväve, klorid, krom, kadmium och kvicksilver är de parametrar som analyseras vid samtliga deponier som ingår i undersökningen. Att dessa parametrar är mest frekvent förekommande kan för några av dem bero på att de är lätta att analysera och för andra att de anses extra oönskade vid utsläpp till recipient. Variationer förekommer i antalet analyser per år som varje deponi utför med avseende på dessa parametrar.

Ämnen som endast analyseras vid enstaka eller ingen deponi är till exempel vissa organiska föreningar. Bland dessa kan persistenta organiska föreningar, ftalater klorfenoler samt klorbensener förekomma.

Tidigare i rapporten har det konstaterats att lakvatten är heterogent varför oftare genomförda analyser skulle ge större möjlighet att upptäcka olika ämnen i vattnet. Vid dessa analyser bör inte prover vid de olika provtagningspunkterna tas vid samma tidpunkt utan med ett uppehåll motsvarande reningsstegets genomförandetid. Detta skulle innebära att reningsstegets effekt bättre analyseras då det är vatten med samma utgångshalt på föroreningar som analyseras.

Då det råder stor variation dels i frekvensen av analyser och dels för de parametrar som analyseras verkar kunskapen om behovet av analyser vara varierande. Dessutom är kunskapen om vilka ämnen som kan förekomma i lakvatten

bristfällig. Ytterligare forskning skulle behövas för att utröna effekterna av de mer sällan analyserade parametrarna och för att säkerhet om förhindrad spridning av önskade ämnen i naturen ska existera.

6.11.2 Ytvatten

Vid analys av ytvattnet har hälften av deponierna en tydlig och uttalad referenspunkt. Dessa är i de flesta fall placerade uppströms anläggningarna. Deponier utan tydlig referenspunkt har ytvattenpunkter utplacerade runt eller nedströms anläggningarna alternativt vid kritiska punkter.

De parametrar som analyseras vid de flesta deponier är pH, temperatur, konduktivitet, klorid, fosfor samt ammonium- och totalkväve. De två förstnämnda är lätta att analysera vilket kan vara en av anledningarna till analys vid nästan alla deponier. Konduktivitet och klorid är tydliga indikatorer på spridning av lakvatten varför dessa antas analyseras i så stor utsträckning. Anledningen till att analyser på fosfor och olika former av kväve utförs i så stor utsträckning kan vara att det finns angivet i tillstånden sedan gammalt. Av metaller är järn den metall som analyseras av flest deponier.

I analyser av ytvatten nedströms deponier vore det intressant att analysera klorerade och oklorerade flyktiga föreningar för att se huruvida dessa föroreningar reduceras vid rening alternativt sprids i naturen.

Att som vid vissa deponier både analysera ytvattnet uppströms anläggningen och i recipienten uppströms utsläppet av renat lakvatten ger bra bakgrundsvärden att jämföra ytvattenanalyser nedströms anläggning och utsläpp med. Analyser behöver ej utföras lika ofta som på lakvatten då ytvatten är mer homogent. Dock är det så att ju tätare analyser som utförs desto tidigare kan föroreningar upptäckas och åtgärder för att minska utsläpp och förhindra spridning sättas in.

6.11.3 Grundvatten

Liknande förhållanden angående referenspunkter vid analys av grundvatten råder för grundvatten som för ytvatten. Analyserna på grundvatten sker på vatten taget vid olika djup och vid några anläggningar med bevattning är spridningen av provpunkter tätare där bevattning sker.

pH och konduktivitet är parametrar som analyseras vid alla deponier och med relativt täta intervall. Anledningen till detta anses vara densamma som för ytvatten, det vill säga att analyserna är lätta att genomföra. Klorid, fosfor, järn, ammonium- och total kväve analyseras också vid de flesta deponier. Även för dessa parametrar kan orsakerna vara desamma som för ytvatten. Dessutom analyseras arsenik, koppar, krom och kvicksilver i grundvattnet vid flertalet deponier. Anledningen till detta antas vara en vilja att tidigt upptäcka dessa föroreningars förekomst i grundvattnet.

Grundvattenanalyser nedströms anläggningen, där prover tas på olika djup, och längs eventuella sprickzoner är ett sätt att upptäcka ofrivillig spridning av lakvatten.

6.11.4 Övriga mätningar

Vid några deponier analyseras dricksvatten i närmast liggande brunnar. Dessa analyser utförs för att säkerställa att lakvattnet från deponierna ej ska förorena närboendes dricksvatten.

Vid deponier med bevattning av växtlighet för reduktion av lakvattenvolym analyseras jord och växtlighet för information om eventuell fastläggning av föroreningar.

7 SLUTSATSER

- Reningsteknikernas effekt på lakvatten följer väl förväntade resultat i litteraturen.
- Analyser bör utföras efter varje reningssteg för kontroll av teknikens effekt.
- Storleken på deponin eller mängden lakvatten är ej slutligt avgörande för lakvattenreningens utförande.
- Samordning bör genomföras för att tillstånd ska bli mer likformiga vad gäller sakunderlag och resonemang.
- Kunskapsunderlaget vid egenkontroll och tillståndsprövning är varierande.
- Ytterligare forskning bör utföras för att identifiera de ämnen man ännu inte har stor kunskap om men som eventuellt kan återfinnas i lakvatten.
- Ytterligare forskning bör utföras för att utveckla reningstekniker för de icke önskvärda ämnen i lakvatten där reningsmetoder idag saknas eller inte ger tillräckligt bra resultat.

8 REFERENSER

8.1 BÖCKER OCH RAPPORTER

Bergström Å., (2004). Miljörapport för Strandmossens avfallsupplag verksamhetsåret 2003, Tekniska förvaltningen Kristinehamns kommun

Carlsson B., (2002). Lokal lakvattenbehandling vid Forsbacka avfallsanläggning Förslag till kompletterande undersökning under förlängd provotid, Envipro Miljöteknik AB

Carlsson K., (2004). Miljörapport för Östby avfallsanläggning år 2003, Åmåls kommun

Eek M. och Höglund Eriksson A., (2004). Miljörapport för Norsa avfallsanläggning 2003, Västra Mälardalens Renhållnings AB

Eriksson Ö. och Rutberg B., (1996). Introduktion till avloppstekniken, Svenska kommunförbundet, 91-7099-542-7, Stockholm

Internt material, årtal okänt, Den nya fällningsanläggningen för rening av bly i lakvatten på Spillepeng, Sydskånes avfallsaktiebolag

Karlsson K., (2004). Högbergets avfallsanläggning Miljörapport, Kramfors kommun

Kemikalieinspektionen, 1989, Miljöfarliga ämnen, exempellista och vetenskaplig dokumentation, ISSN 0284-1185, Stockholm

Löfroth M., (1987). Våtmarkerna och deras betydelse, Naturvårdsverket Rapport 3824, 91-620-3824-9, Stockholm

Mathiasson L., (2001). Geobäddar som del i behandlingssystem för lakvatten, Lunds Universitet

Mattsson G., (2004). Miljörapport för avfallsanläggningar för år 2003, Sunne kommun

Mårtensson B., (2004). Miljörapport för år 2003 Lappmyrans avfallsstation, Ljusdals kommun

Naturvårdsverket, (1992). Lakvattenbehandling lokala metoder för behandling av lakvatten från avfallsupplag, Rapport 4052, 91-620-4052-9, Stockholm

Naturvårdsverket, (1993). Lokal lakvattenbehandling Erfarenheter från 42 svenska deponier, Rapport 4228, 91-620-4228-9, Stockholm

Nilsson C. och Carlsson T., (2004). Miljörapport 2003 Hyllstofta Avfallsanläggning i Klippans kommun, Norra Åsbo Renhållningsaktiebolag

Nilsson P., (2004a). Gryta Avfallsanläggning Västerås kommun 1980-60-001 Miljörapport 2003 Grunddel, textdel och emissionsdeklaration, Västmanlands avfallsaktiebolag

Nilsson P., (2004b). Isätra avfallsanläggning Sala kommun 1981-60-001 Miljörapport 2003 Grunddel, textdel och emissionsdeklaration, Västmanlands avfallsaktiebolag

Odén S., (2004). Holmby avfallsanläggning: Utvärdering av lokal behandlingsanläggning för lakvatten, Miljömonitor

Palmer-Jones D., (2004). Miljörapport enligt miljöbalken 2003 Gästrik Avfallshantering AB Forsbacka avfallsanläggning, Gästrik Avfallshantering

Rudqvist D. och Eriksson A., (2002). PM Hydrologisk utredning för anpassningsplan Strandmossen, Kristinehamn, Värmlands län, J&W Energi och Miljö Mark och vatten

Rylander H. och Olsson R., (2004). Miljörapport Spillepens avfallsupplag 2003, Sydskaånes avfallsaktiebolag

Rönnols E., (2004). Miljörapport 2003 Filborna återvinningsanläggning, Nordvästra Skånes Renhållnings AB

Rönnols E. och Bellander Å., (1994). Högbergets avfallsanläggning, Lokalt omhändertagande av lakvatten, Förslag till behandlingsåtgärder och försöksprogram., VBB VIAK

Rönnols E. och Norin E., (2001). Lappmyrans avfallsanläggning Underlag för beslut om avslutning, SWECO VBB VIAK

Rönnols E. och Retzner L., (2003). Utbyggnad av lakvattenbehandlingen vid Filborna avfalls- och återvinningsanläggning, NSR, Nordvästra Skånes Renhållnings AB

Sandell B., (2004a). Miljörapport Ragn-Sells Avfallsbehandling AB Högbytorps avfallshandläggning 2003, Ragn-Sells Avfallsbehandling AB

Sandell B., (2004b). Prövotidsredovisning för lokalt omhändertagande av lakvatten vid Högbytorp 1999-2004. Mål nr M 91-99, Ragn-Sells Avfallsbehandling AB,

Statens Naturvårdsverk, (1976). Om metaller, 91-38-02987-1, Stockholm

Tjärnlund S. och Häggström P., (2004). Miljörapport för verksamheten 2003 Åland 1:32 Destruktionsanläggning, Härnösand Energi & miljö

Torstendahl J., (2001). Bevattning och infiltration av renat lakvatten på Hyllstofta avfallsanläggning, Norra Åsbo Renhållningsaktiebolag

VA- och avfallskontoret, (2004). Miljörapport 2003 Hovgårdens avfallsanläggning, Uppsala kommun

Welander U., (1998). Lakvattenrening En sammanställning över erfarenheter av olika metoder. AFR-raport 232.

Öman C., (1991). Omvandlingsfaser i ett kommunalt avfallsupplag, Rapport B-1017, IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Stockholm

Öman C., Malmberg M och Wolf-Watz C., (2000). Handbok för lakvattenbedömning – Metodik för karakterisering av lakvatten, Rapport B 1354, IVL Svenska miljöinstitutet AB, Stockholm

8.2 MUNTliga REFERENSER

Andersson A., Miljöingenjör, Sydskanes avfallsaktiebolag, 2004 09 28

Bergström Å., Renhållningschef, Kristinehamns kommun, 2004 06 16

Björck K., Driftledare Spillepeng Sydskanes avfallsaktiebolag, 2004 09 28

Cannon H., Miljöchef Stena Metall, 2004 10 21

Häggström P., Affärsområdeschef Härnösand Energi och Miljö, 2004 10 07

Höglund A., Miljöingenjör Västra Mälardalens Renhållning AB, 2004 06 22

Jonsson A., Miljösamordnare, Gävle kommun, 2004 12 08

Johansson K., Handläggare för metaller i miljön, Naturvårdsverket, 2004 12 16

Johansson T., Driftledare, Kristinehamns kommun, 2004 06 16

Karlsson K., Arbetsingenjör Tekniska Kontoret Kramfors kommun, 2004 10 07

Kängsepp P., PhD student Kalmar Universitet Avdelningen för teknologi, 2004 10 21

Laurell J., Utredningsingenjör, VA- och avfallskontoret Uppsala kommun, 2004 11 02

Möller P., Nordvästra Skånes Renhållnings AB, 2004 10 28

Nilsson H., VA-ingenjör, Tekniska kontoret, Sunne kommun, 2004 06 16

Olsson P., Avdelningschef, Gävle kommun, 2004 06 03

Odén S., Konsult, Miljömonitor, 2004 10 28

Persson S-A., Miljösamordnare, Ljusdals kommun 2004 10 06

Sjögren L-A., Miljöingenjör, Åmåls kommun 2004 06 17

Skoogh L., Marknadskordinator Sverige, Etech Proces AS, 2004 10 20

Stenbeck I., Miljöchef, Ragn-Sells Avfallsbehandling AB, 2004 06 23

Stenberg C., Utredningsingenjör, VA- och avfallskontoret Uppsala kommun, 2004 06 02

Tengsved A., Sektionschef, Ragn-Sells Avfallsbehandling AB, 2004 06 23

Thuresson A., Utvecklingsingenjör, Västmanlands Avfallsaktiebolag, 2004 08 18

Waldemarson D., Verkställande Direktör, Norra Åsbo Renhållningsaktiebolag, 2004 09 27

Westberg M., Renhållningsarbetare Härnösand Energi och miljö, 2004 10 07

Winkler Å., Nordvästra Skånes Renhållnings AB, 2004 11 16

BESKRIVNING AV PARAMETRAR

BILAGA 1

pH

pH värdet är ett mått på hur surt eller basiskt lakvattnet är. Detta har betydelse på ämnens löslighet och i vilken form de förekommer. pH ger även en indikation på i vilken fas deponin befinner sig, den sura eller den metanbildande fasen.

Konduktivitet

Konduktiviteten är ett mått på andelen lösta salter i vattnet, vilka påverkar vattnets elektrolytiska ledningsförmåga. Mätning av konduktivitet används ofta för att spåra läckage av lakvatten.

Suspenderat material

Analysen på suspenderat material är ett mått på mängden partiklar i vattnet. Anledningen till att detta analyseras är bland annat att suspenderat material kan vara bärare av ämnen som kan bioackumuleras.

BOD₇

Biologisk syreförbrukning (BOD) är ett mått på halten syre som åtgår vid nedbrytning av lätt nedbrytbart biologiskt material. Index sju indikerar att det är skillnaden i syrehalt vid bestämning efter noll och sju dygn. Hög halt BOD indikerar risk för syrebrist i vattnet.

COD_{Cr}

Kemisk syreförbrukning (COD) är ett mått på halten syre som förbrukas vid nedbrytning av både lätt- och svårnedbrytbara kemiska ämnen. Cr indikerar att syreförbrukningen är bestämd enligt dikromatmetoden. Vid denna analys tillsätts dock kvicksilver vilket medför att metoden anses vara miljömässigt olämplig. Hög COD halt indikerar risk för syrebrist i vattnet.

Kvoten mellan BOD och COD anger det organiska materialets grad av nedbrytbarhet i lakvattnet och är därmed ett mått på syreförbrukningen. Denna är ofta låg för lakvatten då det lättnedbrytbara materialet redan brutits ned i deponin.

Kväve

Kväve förekommer som organiskt bundet kväve och i oorganisk form som ammoniak (NH_3), ammonium (NH_4^+), nitrit (NO_2^-) och nitrat (NO_3^-). Kväve är ett närsalt som behövs vid tillväxten hos växter och djur. Det är även den mest förekommande beståndsdel i luft, då i form av kvävgas, N_2 . Det finns organismer med möjlighet att fixera det kväve som finns i atmosfären och omvandla det till biologiskt tillgängliga föreningar som ammoniak, NH_3 . Ammoniaken tas upp av organismer och bildar organiskt kväve. När det

biologiska materialet bryts ned bildas ammoniumjoner. Vid aeroba förhållanden sker nitrifikation då ammoniumjoner oxideras till nitrit av bakterier av släktet Nitrosomonas och vidare av Nitrobakterier till nitratjoner, Eriksson et al (1996). Vid därefter uppkommande anoxisk miljö (tillgängligt syre är bundet till nitrat) denitrifieras nitrat till kvävgas. Enligt Öman et al (2000) förekommer både jonformen (ammonium) och den icke joniserade formen (ammoniak) i vatten där den inbördes relationen bestäms av bland annat temperatur och pH. Vid höga värden på pH, över 8,3, avgår ammoniak som gas. I huvudsak är det ammoniak som har toxiska effekter på akvatiskt liv och orsakar skador på vegetation. Kväve bidrar till eutrofiering av vattenmiljöer och är så kallad begränsande faktor i Skagerack, Kattegatt och södra Östersjön enligt Öman et. al., (2000). I Bottenviken, Bottenhavet, sjöar och åar är istället fosfor den begränsande faktorn. Detta innebär att ett tillskott av kväve i de först nämnda områdena bidrar direkt till eutrofieringen medan det har låg effekt i de senare nämnda områdena. För fosfor gäller omvända förhållanden.

Den form av kväve som finns i lakvatten är till största delen ammoniumkväve. Denna reduceras på tre sätt, genom nitrifikation, bakteriell kväveassimilation och ammoniakavgång till luften. (Naturvårdsverket, 1993)

Fosfor

Fosfor är ett näringsämne som bidrar till eutrofiering och i och med det ekosystemförändringar. Fosfor i sig är däremot inte toxiskt.

Då ett system är i balans bidrar tillskottet av kväve och fosfor till tillväxten i systemet. Kvävet och fosfor tas upp av alger och vattenväxter vilka i sin tur blir uppätta av djur och fiskar. Då djuren, fiskarna och kvarvarande alger och växter dör faller de till botten och bryts ned. Vid denna nedbrytning krävs syre. Fosfor binds i sedimenten och kvävet ombildas via nitrit och nitrat till kvävgas vilket avgår till atmosfären. Då tillskottet av kväve och fosfor ökar, ökar även tillväxten i vattnet. En större mängd död biota kräver syre vid nedbrytningen. Förhållandena försvåras av att nedbrytningen till största delen sker på hösten och vintern då omblandningen i vattnet är låg (vinterstagnation) och ytan täcks av is. Detta resulterar ofta i syrebrist. Syrebristen medför att fosfor frigörs från sedimentet och att kvävet omvandling stannar av då den styrs av bakterier vilka kräver aerob miljö. Kvävet och fosfor blandas om i hela sjön och bidrar återigen till tillväxt och fortsatt ökad nedbrytning med syrebrist som följd. Vid syrebrist kan även metaller frigöras från sedimentet och komma ut i vattnet.

Salter - Klorid

Kloridhalten i ett vatten analyseras då organismers tålighet för bland annat klorid anges i toxicitetstester. Dessutom kan en hög kloridhalt innebära störningar i analyser av totalt organiskt kol (TOC) och adsorberbara organiska halogener (AOX).

Alkalinitet – Vätekarbonat

Alkaliniteten är ett mått på vattnets buffrande förmåga, det vill säga hur bra det motstår försurning. Alkaliniteten anges i milliekvivalenter per liter men kan, enligt Öman et. al. (2000) för rent vatten direkt omräknas till koncentrationen i milligram per liter vätekarbonatjoner (HCO_3^-).

METALLER

Nästan alla kända metaller och halvmetaller används på något sätt i samhället idag. I låg halt förekommer de dessutom naturligt i sötvatten. Förekomstformen bestäms bland annat av pH, koncentrationen av komplexbildande substanser och redoxpotentialen. Den form metallen förekommer i är relevant för den inverkan metallen har i form av toxicitet och biotillgänglighet. Då metallen förekommer i löst form är potentialen för ovanstående miljöstörande effekter större än då den är bunden till partiklar. Metaller binder till andra föreningar genom komplexbildning och associering till kolloider. I hårt vatten är metallerna inte lika toxiska då halten magnesium och kalcium där är hög. Dessa ämnen minskar permeabiliteten hos biologiska membran vilket medför att inte heller metallerna kan tränga igenom. Dock räknas de flesta vatten i Sverige som mjuka. Att ta i beaktande vid undersökning av metallers inverkan på flora och fauna är även synergi och antagonistiska effekter, det vill säga hur metallerna inverkar på varandra.

Bly

Bly anses vara bioackumulerbart och toxiskt mot akvatiskt liv och varmblodiga djur. (Kemikalieinspektionen, 1989). Det förekommer i både organisk och oorganisk form. Enligt Öman et al (2000) anses de organiska formerna vara hälsofarliga och mycket giftiga. Av de oorganiska formerna anses blykromat vara giftigt och övriga former bedöms som hälsoskadliga. I vattenmiljöer förekommer bly till största delen komplexbundet eller adsorberat till partiklar. Vattnets hårdhet och salthalt påverkar förekomstformen i stor utsträckning genom bland annat humusliknande föreningars förmåga att bilda komplex. (Öman et al 2000). Enligt Öman (1991) ökar koncentrationen bly i lakvattnet då deponin går över från surfas till metanbildande fas. Bly används bland annat i blyackumulatorer, som ammunition, i kabelmantling, i legeringar samt som lod (Statens Naturvårdsverk, 1976).

Järn

Järn förekommer i olika former beroende på syrehalten i den omgivande miljön. Då syrehalten är hög oxideras järnet och bildar den trevärda jonen Fe^{3+} vilken bildar en svåröslig järnhydroxid ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) eller binds till humus. Då syrehalten är låg reduceras järn till tvåvärt järn (Fe^{2+}). Denna form förekommer oftast i löst lättlöslig form. Järn ingår i blodets hemoglobin och är en essentiell metall. Järn används, om än i liten utsträckning, som färgpigment och katalysator och i större utsträckning som konstruktionsmaterial. (Statens Naturvårdsverk, 1976)

Kadmium

Kadmium är giftigt och cancerframkallande. Dessutom är kadmium toxiskt för akvatiskt liv och varmblodiga djur även i låga halter. Utöver detta ackumuleras kadmium i organismer och har lång biologisk halveringstid. Kadmium förekommer främst tillsammans med organiskt material i naturen. I sura miljöer dominerar dock jonformen. (Johansson, 2004) Användningen av kadmium är nästan förbjuden idag, dock kan kadmiumutsläpp förekomma från grafisk och fotografisk verksamhet då ämnet finns i film. (Öman et al, 2000) Tidigare användningsområden har bland annat varit kadmiering av järnföremål, som stabilisator för PVC-plast, i ackumulatörer och i legeringar. (Statens Naturvårdsverk, 1976)

Koppar

Koppar kan vara toxiskt för akvatiskt liv och varmblodiga djur, men prioriteras enligt Kemikalieinspektionen (1989) som hälsoskadligt. Ingen ackumulation sker i högre trofinivåer för djur men däremot i växter. Förekomstformen avgör toxiciteten. I sötvatten har kopparjonen stor benägenhet att bilda komplex och endast en liten del förekommer som fri jon. Då humushalten är låg avgör förekomsten av hydroxidjoner (OH^-) och karbonatkomplex (CO_3^{2-}), det vill säga pH och alkalinitet, formen på tillgänglig koppar. I havsvatten inverkar även halten kloridjoner (Cl^-). (Kemikalieinspektionen, 1989) Enligt Öman et al (2000) har effekter som tillväxthämning, reproduktionsskador samt immunförsvarsstörningar noterats vid långtidsstudier. Koppar förekommer bland annat i elektronisk utrustning, i värmepannor och byggnadskonstruktioner, enligt Statens Naturvårdsverk (1976).

Krom

Krom är bioackumulerbart och toxiskt för akvatiska och varmblodiga djur. Den sexvärda formen anses dessutom vara cancerframkallande. Krom förekommer vanligen i trevärd ($\text{Cr}(\text{III})$) eller sexvärd ($\text{Cr}(\text{VI})$) form. I akvatiska miljöer dominerar den sexvärda formen medan den trevärda dominerar vid närvaro av organiskt material. (Kemikalieinspektionen, 1989) Enligt Öman et al (2000) gynnar en hög syrehalt den sexvärda formen vilken också är mer löslig. Även pH inverkar på förekomstformen hos krom. Vid ett neutralt eller högt pH går reduktionen från trevärd till sexvärd krom långsammare än vid ett lågt pH. Då den trevärda formen dessutom är bunden i ett hydroxidkomplex är den än mer svårslöslig vid ett pH större än sex. Om den främsta förekomsten av krom i lakvattnet är sexvärd krom anses vattnet vara giftigt med avseende på krom. (Öman et al, 2000) Krom förekommer till största delen i legeringar enligt Statens Naturvårdsverk (1976).

Kvicksilver

Kvicksilver är toxiskt mot akvatiskt liv och varmblodiga djur. Kvicksilver är bioackumulerbart och har lång biologisk halveringstid, dessutom är det biomagnifierbart. (Kemikalieinspektionen, 1989) Kvicksilver förekommer som metylkvicksilver (CH_3Hg^+), som fri jon (Hg^+) fäst vid organiskt material, som

dimetylkvicksilver ($2(\text{CH}_3)\text{Hg}$) och som Hg^0 . De två senare formerna är flyktiga medan de två tidigare ej är flyktiga. I naturen förekommer största delen kvicksilver fäst till organiska föreningar. (Johansson, 2004) Metylkvicksilver har större negativ inverkan på akvatiska organismer än de oorganiska formerna. Dock kan de oorganiska formerna omvandlas till organisk form i recipienten och därefter tas upp av organismer. Studier har visat att unga stadier av organismer är känsligare för kvicksilver än äldre. (Öman et al, 2000) Kvicksilveranvändningen är nästan helt utfasad men kan förekomma i gamla batterier och termometrar samt i tandlagningar av amalgam. (Statens Naturvårdsverk, 1976)

Nickel

Beteendet för nickel i naturen är svårt att förutsäga då förekomstform, biotillgänglighet och förflyttning beror på en mängd olika faktorer som pH, halt organiskt material i vattnet och hur mycket nickel som finns tillgängligt. Dock vet man nickel visar akut toxicitet för framförallt vissa alger. Nickel används i ytbehandlingar och som legeringsämne. (Öman et al 2000)

Zink

Zink är en livsnödvändig metall för de flesta organismer, som dock kan vara toxisk för vattenlevande organismer. Bioackumulation sker i organismer men däremot inte biomagnifikation. (Öman et al, 2000) Zink förekommer som rostskydd på en mängd föremål som lyckstolpar, stuprör, bilkarosser och vattenkannor, dessutom används zink vid gummivulkanisering. (Statens Naturvårdsverk, 1976)

ORGANISKA FÖRENINGAR

Organiska föreningar kan bildas i naturen eller släppas ut av människan. De flesta föreningar som släpps ut av människan räknas som föroreningar. Effekterna av dessa föroreningar varierar med hur toxiska de är och nedbrytbarheten. Ett svårnedbrytbart ämne ackumuleras och biomagnifieras högre upp i näringskedjan. Den viktigaste faktorn för effekterna är dock exponeringen, det vill säga hur mycket en organism kommer i kontakt med ämnet. (Öman et al, 2000) Ett av de viktigaste miljöproblemen idag är enligt Naturvårdsverket (1997) de persistenta organiska föreningarna (Persistent Organic Pollutants, POP). Dessa definieras som de organiska ämnen som är stabila mot kemisk, fysikalisk och biologisk nedbrytning och samtidigt toxiska och/eller bioackumulerbara, enligt Naturvårdsverket (1996). Exempel på föreningar där dessa ämnen existerar är enligt Öman et al (2000) flamskyddsmedel, stabilisatorer, PCB samt mjukgörare.

De organiska föreningar som hittats i studier av olika lakvatten varierar. Nedanstående föreningar förekommer dock ofta och kan därför antas existera i flertalet deponier. (Öman et al, 2000)

- klorerade flyktiga föreningar
- oklorerade flyktiga föreningar
- en bicyklisk aromatisk förening

- flyktiga fettsyror

TOXICITETSTESTER

Vid undersökning av lakvattnets toxicitet kan standardtesten Microtox användas om halten ammoniumkväve och salter är högt. Detta då denna testmetod ej är lika känslig för inverkan från dessa ämnen som andra standardtester. Microtox används som screeningmetod för akut akvatisk toxicitet där en ljusalstrande process, kopplad till cellens energiomvandling, störs av toxiska ämnen i testmediet. Om lakvattnet testas efter behandling så ammoniumkväve och salthalter är låga kan även mer långsiktig inverkan som reproduktionsförmåga, hormonella och mutagena effekter undersökas. Ett lämpligt testpaket då ammoniumkväve- och salthalter ligger på en nivå så det ej är toxiskt för testorganismerna kan innehålla Microtox, grönalger, akuttoxicitet med kräftdjur samt eventuellt även ett akuttoxicitet test med fisk som komplement. Då lakvattnet även leds över ett marksystem kan även en test mot marklevande organismer genomföras, dock ej som ersättning för det akvatiska testet men som ett komplement. (Öman et al, 2000)

BESKRIVNING AV DEPONIER

BILAGA 2

Högberget, Kramfors – luftad damm, markbädd

Allmänt

Deponin etablerades 1991 och verksamheten består av mottagning, behandling, mellanlagring, omlastning och deponering av avfall. Deponering sker på olika områden för olika typer av avfall till exempel aska, slam, asbets-, cellulosa-, sågverks- och allmänt industriavfall.

Den geologiska barriären under deponin är tät vilket medför att risken för okontrollerad transport av föroreningar via vatten är liten. Problem med inträngande grundvatten är även det ett minimalt problem då deponin ligger i ett inströmningsområde med avseende på grundvattenbildning.

För att minska mängden lakvatten mellantäcks de delar av deponin som längre används. Dessutom finns avskärande diken runt deponin för att samla upp ytvatten.

Älandsbro, Härnösand – kemisk fällning, luftad damm, bevattning av deponin

Allmänt

Deponin anlades 1972 och tar emot allt avfall inom Härnösands kommun samt branschspecifikt avfall från Sundsvalls kommun. Tidigare tog man emot hushållsavfall från Kramfors kommun samt riskavfall från Härnösands sjukhus. Detta har nu upphört och riskavfall tas endast emot från mindre mottagningar och liknande. Inom fastigheten finns ett mellanlager för farligt avfall. Särskilda deponier för aska, asbest, riskavfall och avfall från byggnationer, industri och hushåll ryms inom fastigheten.

Lappmyran, Ljusdal – luftad damm, infiltration

Allmänt

Deponin anlades 1977. Man mottar och deponerar icke brännbart hushållsavfall, affärs-, industri- och byggnadsavfall samt bioaska. Oljeskadad jord kan tas omhand och behandlas. Tidigare deponerades även slaktavfall. Inom anläggningen komposteras avvattnat slam från reningsverket och enskilda avloppsanläggningar. (Mårtensson, 2003)

Berggrunden under deponin innehåller sprickor i vilka lakvatten leds ut och förorenar grundvattnet. Detta bildar, vid den så kallade Kalkkällan, förorenat ytvatten. (Rönnols et. al., 2001)

Forsbacka, Gävle – luftad damm, markbädd, våtmark

Allmänt

Anläggningen har funnits sedan 1975, deponeringen startade 1976. Avfall kommer från Gävle, Sandviken, Hofors, Ockelbo och Älvkarleby kommuner. Verksamheten består av sortering av industri- och grovavfall från hushåll, omlastning av hushållsavfall, kompostering av slam från kommunala avloppsreningsverk, djurkremering, mellanlagring av kylmöbler, metallskrot och annat samt deponering av avfall. De avfallsslag som mottas består av hushålls-, park-, trädgårds-, bygg- och rivningsavfall, avfall från energiutvinning samt branschspecifikt och ej branschspecifikt industriavfall.

Då botten på deponin ej uppfyller kraven på tätning kommer en ny deponi som uppfyller gällande krav att anläggas och tas i drift senast 2008. Befintlig deponi kommer sluttäckas. Jordmånen under deponin består av morän och på sina ställen torv. Torven leder vatten bra varför grundvatten läcker in till deponin. För att minska mängden lakvatten har man grävt ett yttre dike runt deponin vilket samlar upp tillrinnande ytvatten. Drygt fyra hektar av deponins 32 hektar har sluttäckts.

Genom att beräkna vattenbalansen över deponin finns vetskap om hur mycket lakvatten som borde renas. Efter våtmarken finns mätstation där mängden passerande vatten noteras. På så sätt kontrolleras att inget vatten från deponin undgår rening. Dessutom finns mätpunkter utplacerade enligt kontrollprogrammet för försäkran om att inget grund- eller ytvatten förorenas.

Hovgården, Uppsala – luftad damm, utjämnings- och sedimenteringsdamm, kemisk fällning och sedimenteringsdamm

Allmänt

Anläggningen har varit i drift sedan 1971 och tar emot avfall från Uppsala kommun, främst aska från Vattenfalls förbränningsanläggning i Uppsala. Under 2003 hanterades inom området hushålls-, park- och trädgårdsavfall för kompostering, grov-, bygg och industriavfall för sortering och deponering, trä, brännbart avfall, farligt avfall och spillolja för mellanlagring samt avfall från energiutvinning och från behandling av kommunalt avloppsvatten, branschspecifikt och ej branschspecifikt industriavfall samt specialavfall för deponering. Inget organiskt material deponeras.

För att minska mängden lakvatten kommer deponins sidor att sluttäckas. Som en kontroll av läckage av lakvatten beräknas en vattenbalans över deponin vilken jämförs med resultatet från flödesmätaren på det utgående lakvattnet.

Högbytorp, Upplands Bro – luftad damm, sedimentationsdamm, bevattning, kommunalt reningsverk

Allmänt

Deponin anlades 1964. Verksamheten består av behandling av oljeförorenade massor, avvattning av slamformigt avfall, rötning av fettavskiljarslam och övrigt organiskt avfall, förädling av skrot, metaller och däck samt bränslefraktioner ur industriavfall, deponigasutvinning samt deponering. På deponin deponerades under 2003 hushållsavfall, bygg- och industriavfall, slamformigt avfall, förbränningsrester, asbesthaltigt avfall, oljeförorenade massor, stubb och ris, schakt och fyllnadsmassor.

För att minimera lakvattenmängden har man börjat sluttäcka deponin och i väntan på sättningar topptäcker man vissa delar.

Sala, Isätra – luftad damm, SBR-reaktor, rotzonsanläggning, kommunalt reningsverk

Allmänt

Upplaget togs i drift 1973 och tar emot avfall från främst Sala och Heby kommuner. Verksamheten på området består av omlastning och sortering av avfall, lagring av skrot, flis och annat, viss sortering av hushållens grovavfall, membrankompostering samt deponering. De typer av avfall som deponeras är hushålls- och industriavfall, slam, schakt- och rivningsmassor samt askprodukter.

Deponin kommer avslutas vid utgången av år 2008 då den inte kommer att klara de nya kraven för deponering.

För att minimera mängden lakvatten mellantäcker man de delar av deponin som anses avslutade. Dessutom har man ett avskärande yttre dike runt deponin där yt- och grundvatten samlas och därmed hindras från att tränga in på deponin.

Gryta, Västerås – luftad damm, kommunalt reningsverk

Allmänt

Anläggningen togs i drift 1969. Inom området finns förutom deponin, en omlastningsplatta för hushållsavfall, en sorteringsanläggning för industri- och grovavfall, komposteringsytor, sorteringsplattor för träavfall, vitvaror, glas och

annat samt en station för mellanlagring och behandling av farligt avfall. På deponin har under 2003 hushållsavfall, industriavfall, slam, schakt och rivningsmassor och askprodukter deponerats.

Deponin kommer avslutas vid utgången av år 2008 då deponin inte kommer att klara de nya kraven för deponering.

Grundvattennivån inom deponiområdet är hög. För att minska risken för spridning av förorenat vatten i området har grundvattennivån sänkts genom pumpning av grundvatten. Detta vatten behandlas i lakvattensystemet (mängden vatten är inkluderat i mängden behandlat lakvatten och uppgår till ca 40 000 m³/år). Dessutom har man ett avskärande yttre dike runt deponin där yt- och grundvatten samlas och därmed hindras från att tränga in på deponin. Ytterligare en åtgärd för att minimera mängden lakvatten är att mellantäcka deponin. Det sker i etapper.

Genom de grundvattenrör som finns utplacerade runt deponin och som kontrolleras genom kontrollprogrammet fås kännedom om föroreningsläckage via vattnet.

Norsa, Köping – luftad damm, SBR-reaktor, långsamfilter

Allmänt

Anläggningens första tillstånd trädde i kraft 1975 och avfall tas emot från Arboga, Kungsör, Köping, Lindesberg, Ludvika och Västerås kommuner. Verksamheten består idag av sortering av industriavfall, mellanlagring av förpackningar, elskrot, skrot, vitvaror och farligt avfall samt deponering. Under 2003 deponerades hushållens deponirest, industriavfall, kalkslam, gjutsand, blästersand samt i viss mån även slagg.

För att minska volymen inträngande vatten och därmed lakvattenvolymen har diken grävts runt deponin för uppsamling av yt- och grundvatten.

Mängden bildat lakvatten beräknas och jämförs med mängden lakvatten till recipient. På så sätt erhålls information över huruvida allt lakvatten samlas upp eller ej. Ytterligare en kontroll av detta är analys av vatten från de provpunkter som finns i kontrollprogrammet.

Strandmossen, Kristinehamn – luftad damm, infiltration i mosse

Allmänt

Anläggningen anlades 1970 och verksamheten består av deponering av icke brännbart affärs- och kontorsavfall, inerta jordmassor från markarbeten, industri- och byggnadsavfall, torra uthärdade plaster, aska och sot samt grovavfall från

hushåll. Mellanlagring sker av farligt avfall samt av elektriskt avfall och kasserade kyl- och frysenheter. Kompostering sker i strängkompost av park- och trädgårdsavfall. (Bergström 2004)

Deponin är belägen i en svacka i terrängen i nord-sydlig riktning. Berggrunden utgörs till största delen av granitgnejs över vilken ett lager morän är avsatt. På moränen ligger ett lager silt och lera. Leran tunnare ut mot bergssidorna och försvinner där berget och moränen går i dagen. Över leran ligger ett lager torv med en mäktighet på som mest sex meter. Detta lager torv kompakteras väl och blir på så sätt svår genomträngligt både för lakvatten från deponin och för grundvatten inträngning. På ett kort avstånd från deponin omgärdas densamma av en ytvattendelare. Detta, tillsammans med tätande grundvattenspärrear och tätningvallar vid läckagezoner, innebär att deponin är väl avgränsad hydrologiskt. (Rudqvist et. al. 2002)

För att minimera mängden lakvatten har man börjat sluttäcka delar av deponin. Man har även planer på att plantera salix på sluttäckta delar av deponin och där bevattna med lakvatten i syfte att uppnå avdunstning.

Holmby, Sunne – sedimentation, luftad damm, oluftad damm, bevattning av skog, markbädd

Allmänt

Deponin anlades i början av 1950-talet. Man tar emot och deponerar icke farligt hushålls-, industri-, handels-, och byggavfall, schaktmassor, asbest, slam från kommunalt reningsverk samt park- och trädgårdsavfall. På anläggningen finns även möjlighet till mellanlagring av farligt avfall från hushåll och småföretag. (Mattsson, 2004)

Jordmånen under deponin består av lera och siltig lera. På sina ställen finns stråk av mo och mjäla.

För att bland annat minska mängden lakvatten deponerar man avfallet i limpor vilka successivt täcks över för att hindra inträngning av vatten. Detta bidrar även till att öka uttaget av gas från deponin. (Nilsson, 2004)

Östby, Åmål – luftad damm, infiltration genom mosse

Allmänt

Upplaget vid Östby etablerades redan 1968. Deponering sker av hushålls-, bygg- och rivningsavfall, avfall från behandling av kommunalt avloppsvatten och från utvinning av mineraliska produkter, branschspecifikt samt ej branschspecifikt avfall från både Säfte och Åmåls kommuner. (Carlsson, 2003)

Deponin är belägen i en sänka på en bergsplatå i vilken berggrunden främst består av porfyr och granit. På berggrunden finns tunna jordlager morän, svallavlagringar, lera samt organiska jordarter, främst torv. Torven är hårt packad och bidrar till att täta deponin mot berggrunden. I övrigt är jordlagren relativt vattengenomsläppliga. Grundvattenytan ligger nära markytan och i deponins sänkor strömmar grundvatten till.

Än har åtgärder ej vidtagits för att minska mängden lakvatten, men man har planer på att sluttäcka slänterna och lägga ut stenar på dem. Därefter ska lakvatten pumpas upp till toppen av deponin för att rinna ner längs utsidan av täckningen och i viss mån dunsta bort innan lakvattenbehandlingen börjar. (Sjögren 2004)

Hyllstofta, Klippan – luftad damm, SBR-reaktor, uppsamlingsdamm, bevattning av skog, kommunalt reningsverk

Allmänt

Deponin anlades 1975 och tar emot avfall från kommunerna Klippan, Perstorp och Örkelljunga. Inom fastigheten finns en yta för biocellreaktorrötning, en sorteringsplatta, en yta för krossning av nedbrytbart avfall, en yta för flisning av trä och annat brännbart material, en yta för kompostering, en yta för kompostering av förorenade massor samt en deponiyta. På den sistnämnda ytan deponeras följande avfall åtskilt: aska och sot, asbest, slam från industrier samt industri- och grovavfall.

För att minimera mängden lakvatten täcks deponin successivt. Från bioreaktorcellerna återcirkuleras lakvattnet. Man försöker även skilja lakvatten från olika ytor, och därmed med olika föroreningsgrad, åt.

Recipienten är känslig då det är en lekplats för fiskar. Ambitionen är därför att allt lakvatten ska tas omhand på deponin och att den slutliga recipienten ska vara grundvattnet.

Filborna, Helsingborg – luftad damm, sedimentations- och denitrifikationsdamm, lagrings- och efterbehandlingsdamm, bevattning av skog, kommunalt avloppsreningsverk

Allmänt

Deponin anlades 1951 och på Filborna-anläggningen tar man bland annat emot restavfall från hushåll och industrin, kommunalt avloppsreningsslam, schakt- och rivningsmassor, förbränningsrester, asbest samt slakteriavfall och döda djur. Vid anläggningen mottas även en mängd olika återvinningsmaterial, livsmedelsavfall

samt förorenade massor, bensinstations- och gatubrunnsslam och oljehaltigt avfall.

Berggrunden under deponin består av sandsten, vilken är vattenförande. Över detta ligger ett lager tät moränlera varför man ej tror sig ha något nedåtgående läckage. Snarare är problemet det omvända. En gammal bäck går tvärs genom deponin. Bäckens är kulverterad och i ett försök att leda vattnet runt deponin istället grävdes ett nytt dike runt deponin. Detta fungerar ej fullt ut så en del vatten leds förmodligen rakt in i deponin och förorenas. En 100 meter bred vall har byggts längs den sida på deponin där bäcken har sitt utflöde för att hindra förorenat vatten att tränga ut från deponin.

Man har börjat sluttäcka deponin och kommer att fortsätta med det under de kommande åren i enlighet med avslutningsplanen.

Spillepeng, Malmö – kemisk fällning, kommunalt reningsverk

Allmänt

Deponin härstammar från 1940 och består dels av en gammal del där det inte längre deponeras något avfall och dels av ett nytt upplag indelat i tre etapper. Den äldre delen är sluttäckt och används nu som rekreationsområde. Den nya delen består som tidigare nämnts av tre etapper där man för varje ny etapp vallar in ett nytt område i Östersund. Då en etapp är full tas nästa i anspråk. Varje etapp är indelad i celler för separat deponering av avfall. Inom etapp I finns grovavfallsceller, bioceller, sot- och askceller samt celler för asbest- och riskavfall. Där pågår ingen deponeringsverksamhet. Etapp II består av celler för specialavfall och förbränningsrester samt restceller och slutligen etapp III som idag endast består av restproduktceller.

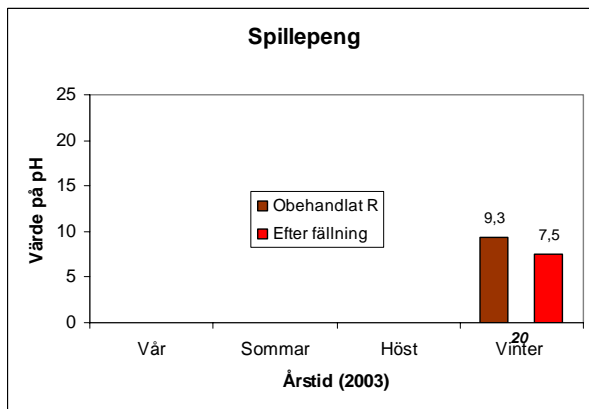
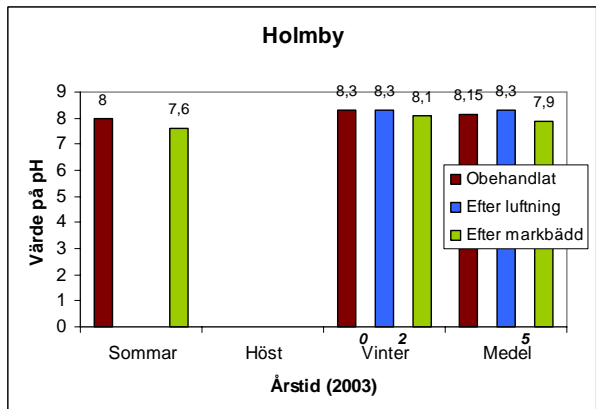
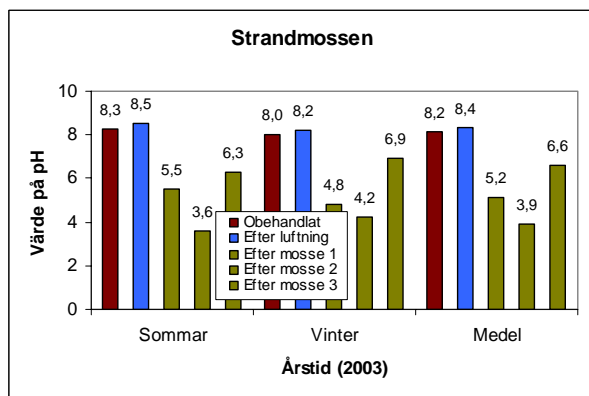
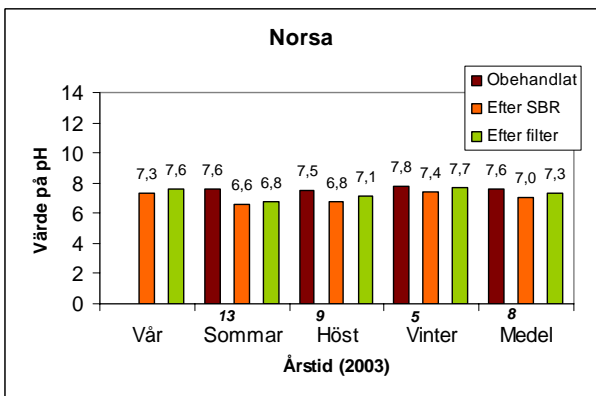
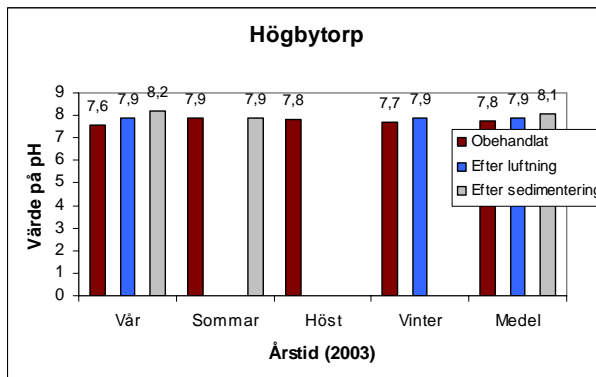
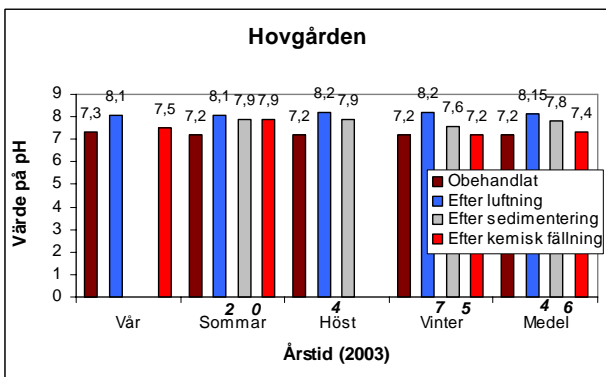
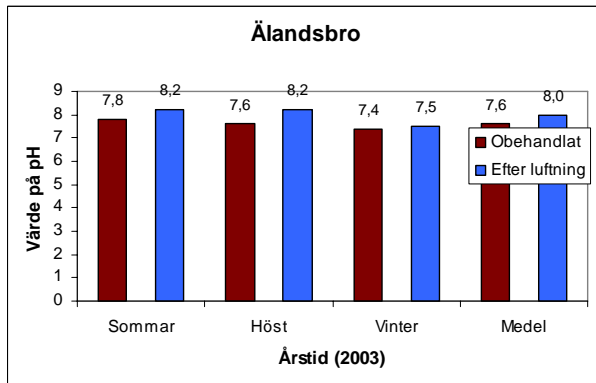
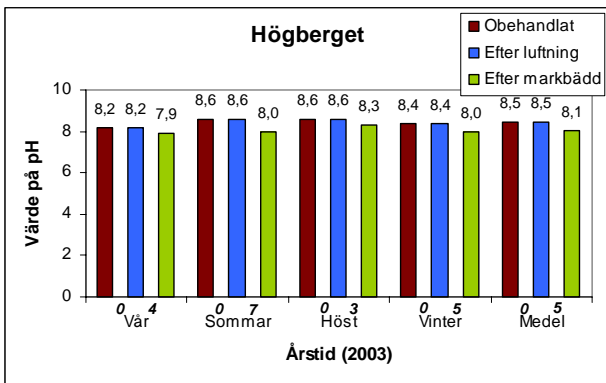
På grund av det speciella läget med hav runt deponin har man inget problem med lakvatten som försvinner i sprickor i berggrunden utan snarare av inträngande havsvatten. Botten på deponin ligger mellan två och tre meter under havsnivån varför ett inåtriktat tryck från havet uppstår. Dessutom är trycknivån från grundvattnet under deponin högre än lakvattnets trycknivå, detta innebär att inget lakvatten kan tränga ner i marken under deponin.

För att minimera lakvattenmängden har man sluttäckt gamla deponin och utfört en provisorisk sluttäckning på etapp I. På grund av deponins havsnära läge innehåller lakvattnet relativt höga kloridhalter. Detta ses inte som ett problem då havet är recipient för lakvattnet.

RESULTAT FÖR PH

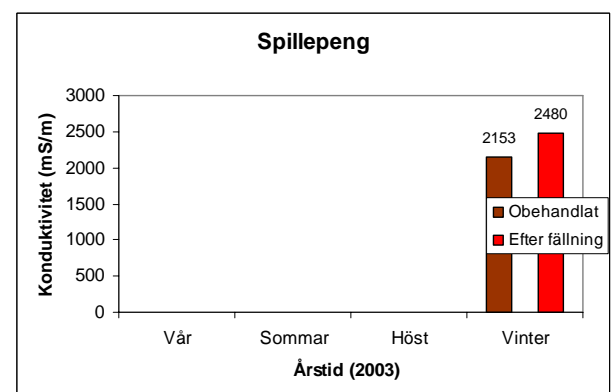
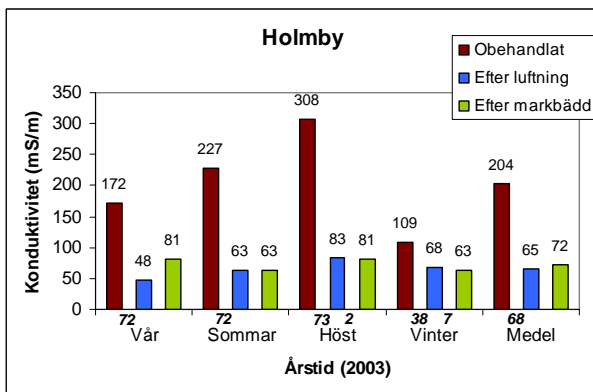
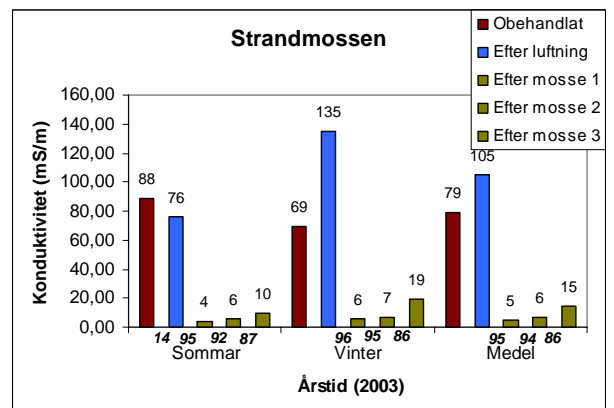
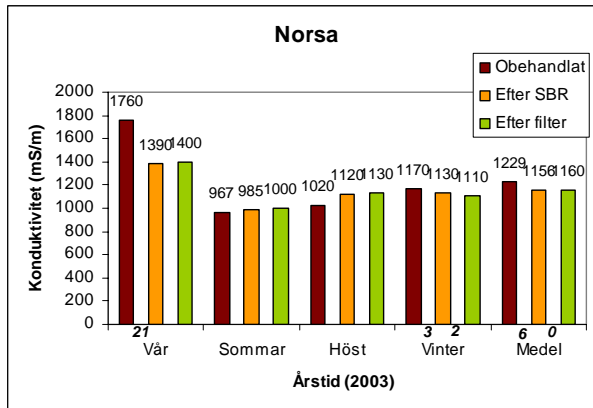
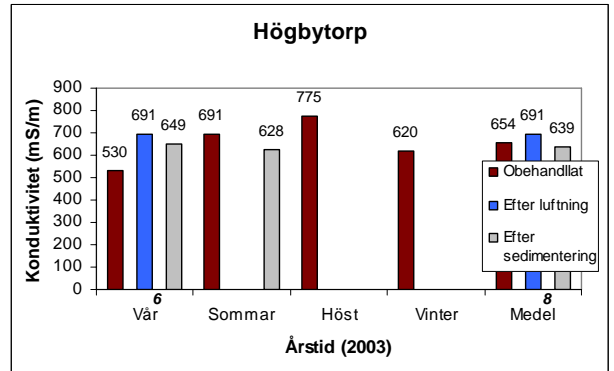
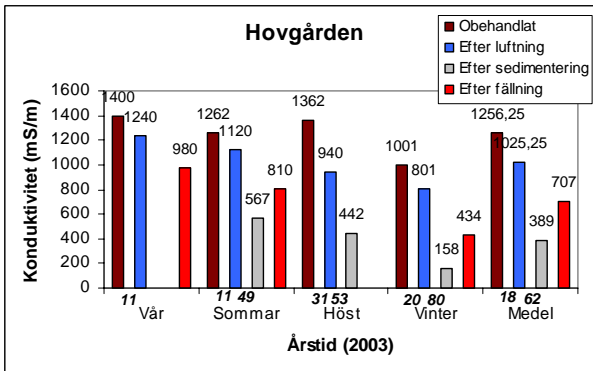
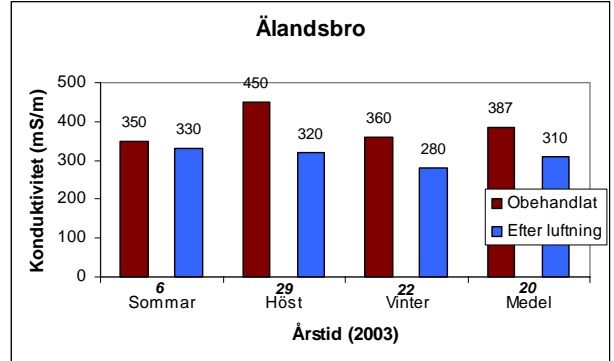
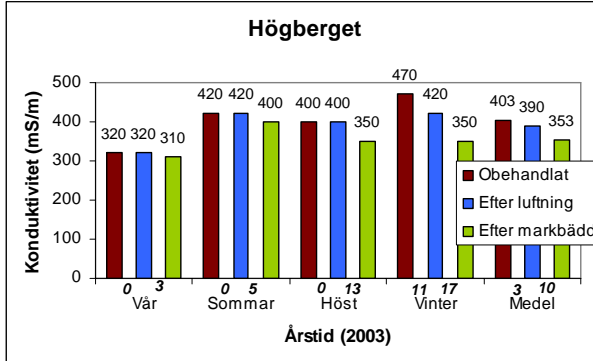
BILAGA 3

Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



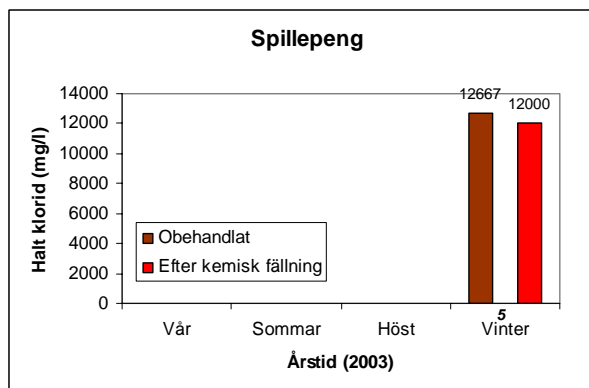
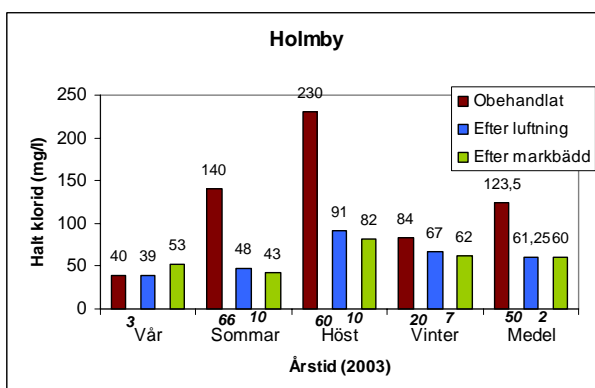
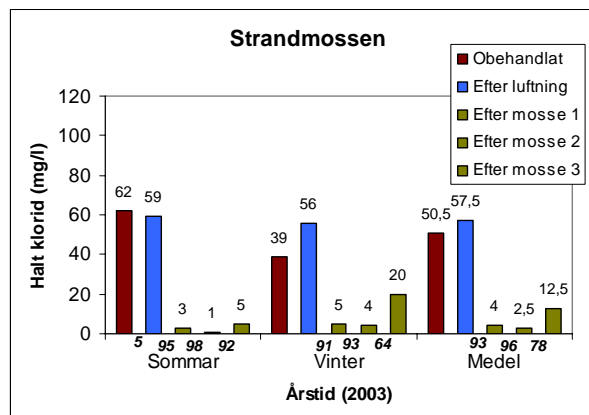
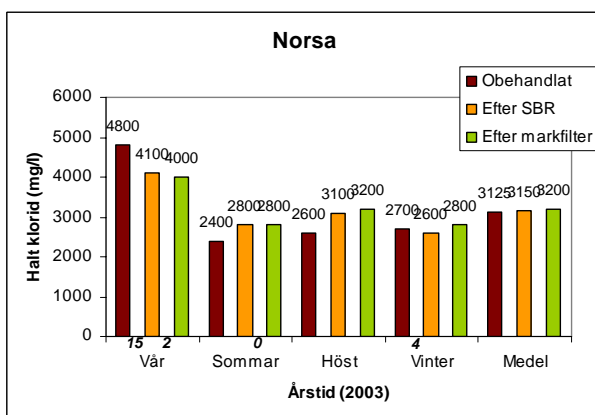
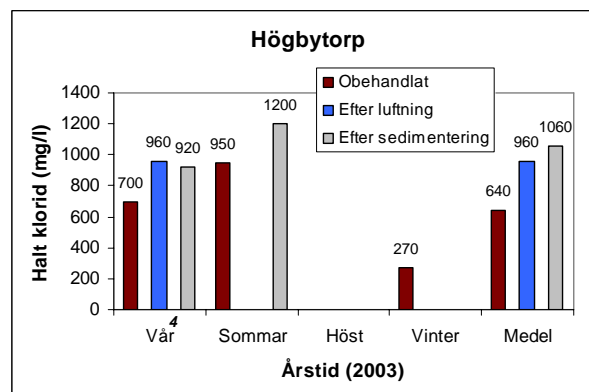
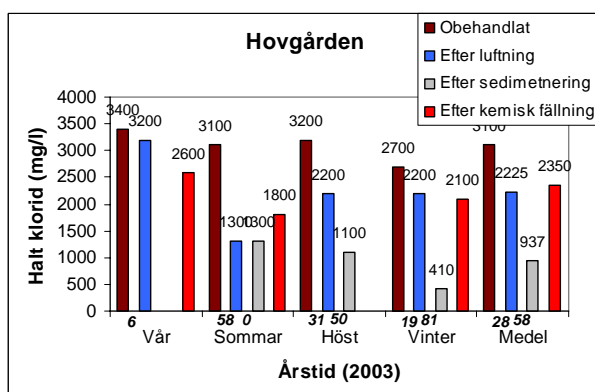
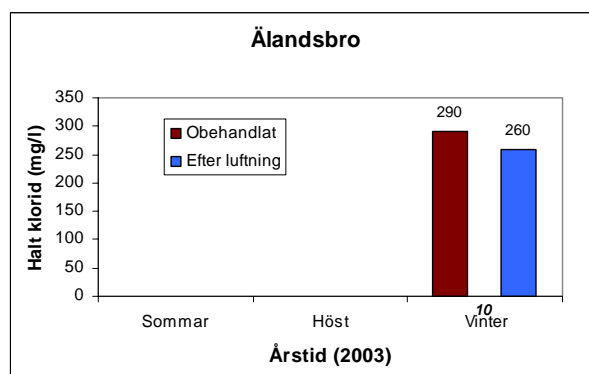
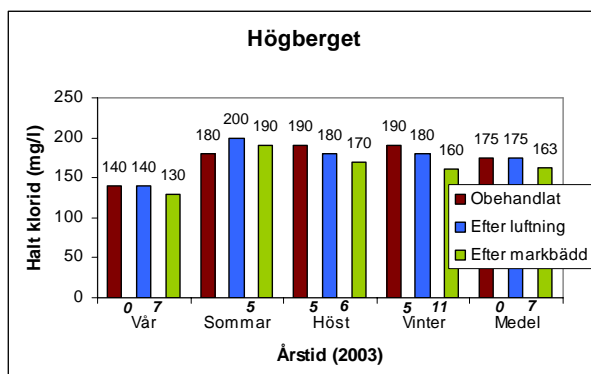
RESULTAT FÖR KONDUKTIVITET BILAGA 4

Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



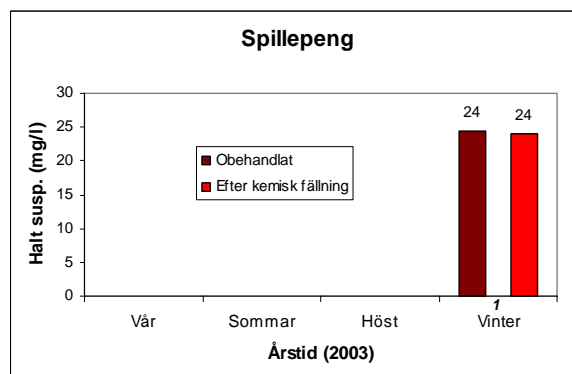
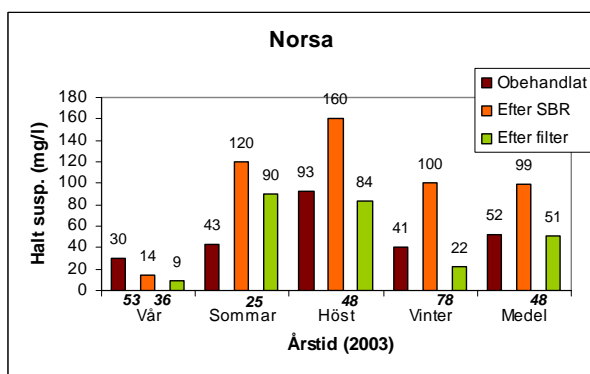
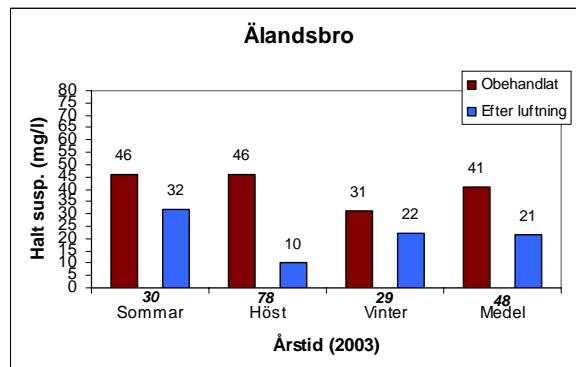
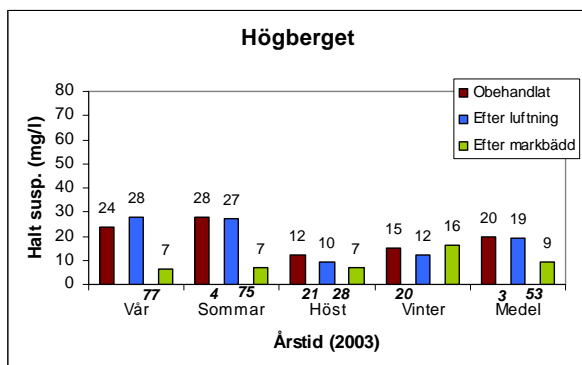
RESULTAT FÖR KLORID BILAGA 5

Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



RESULTAT FÖR SUSPENDERAT MATERIAL BILAGA 6

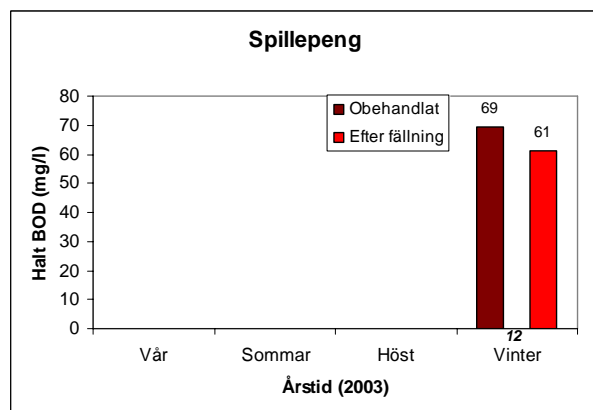
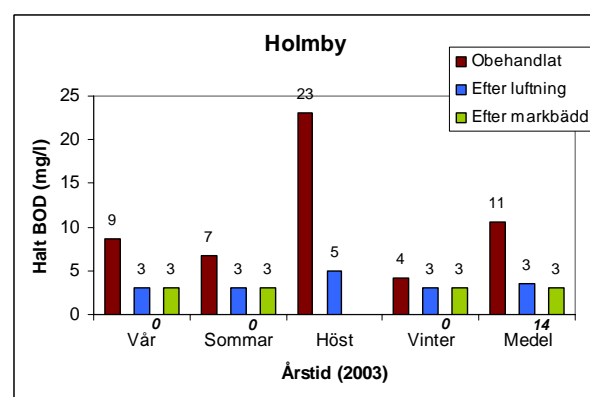
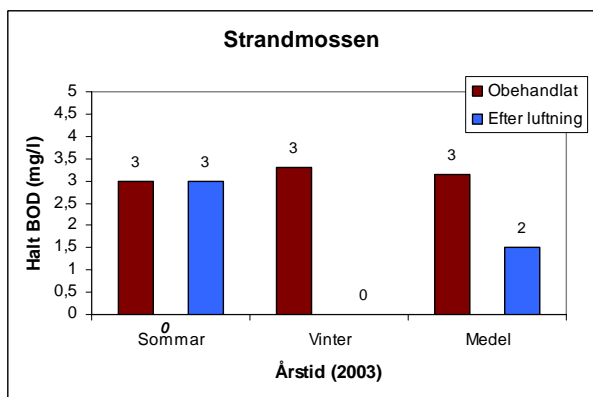
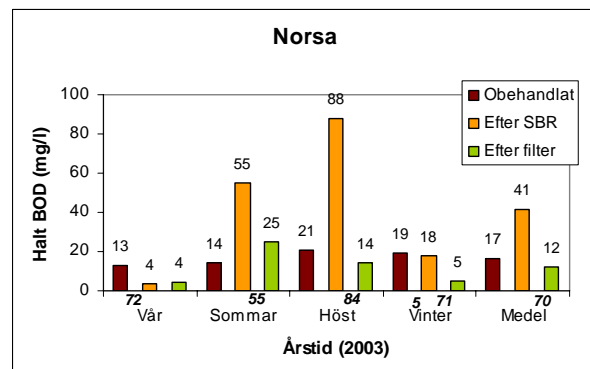
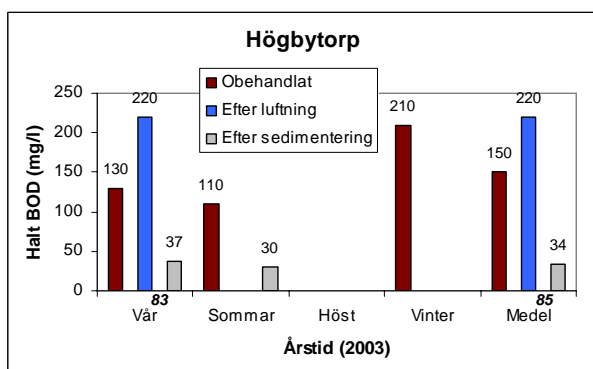
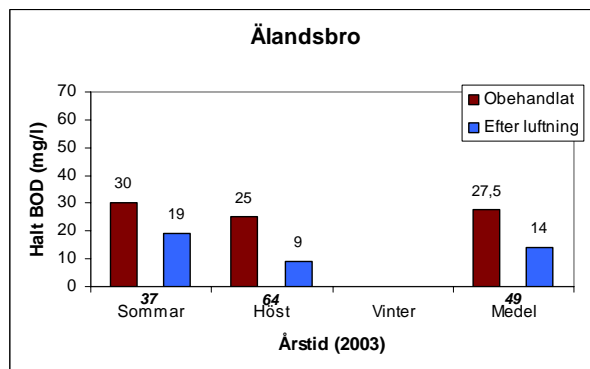
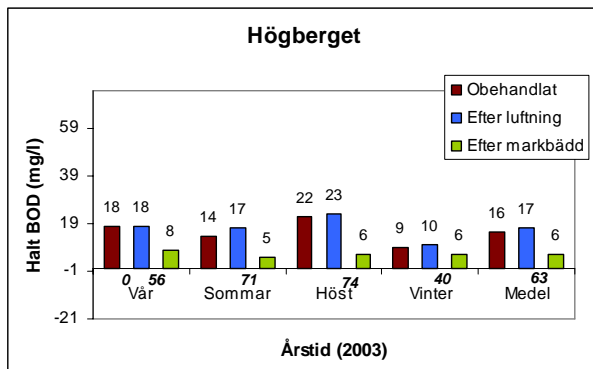
Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



RESULTAT FÖR BOD₇

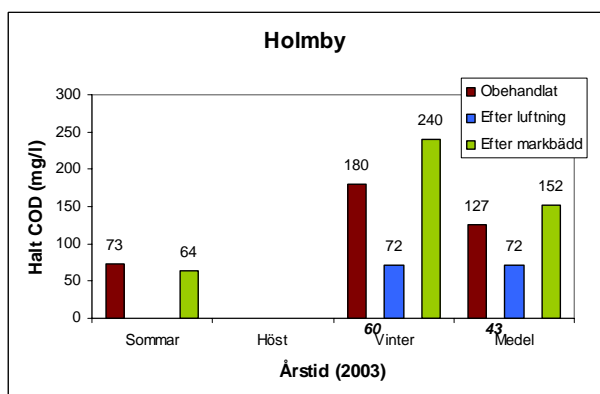
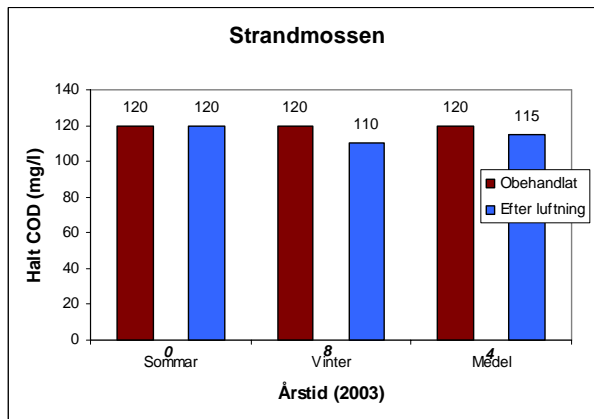
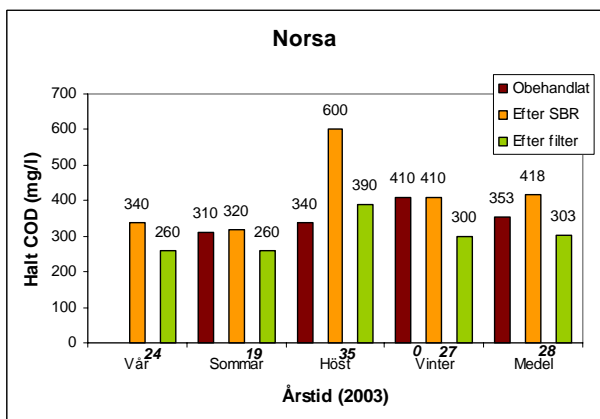
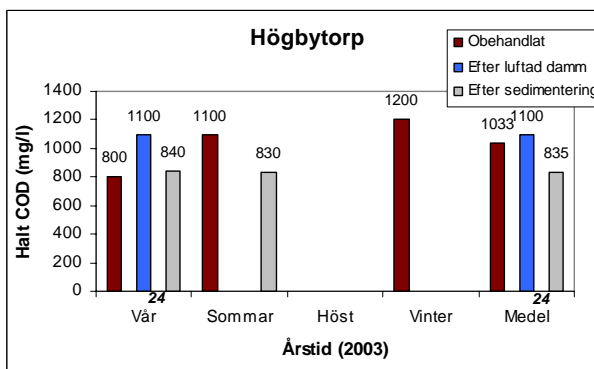
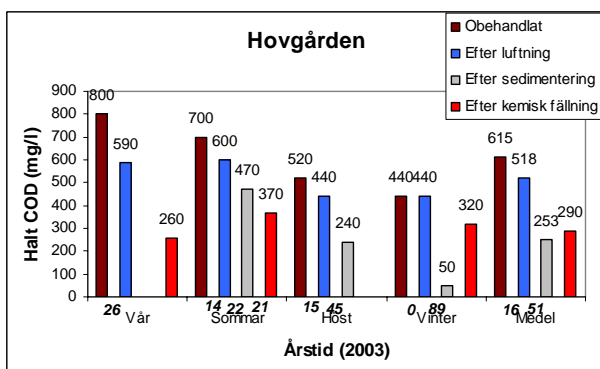
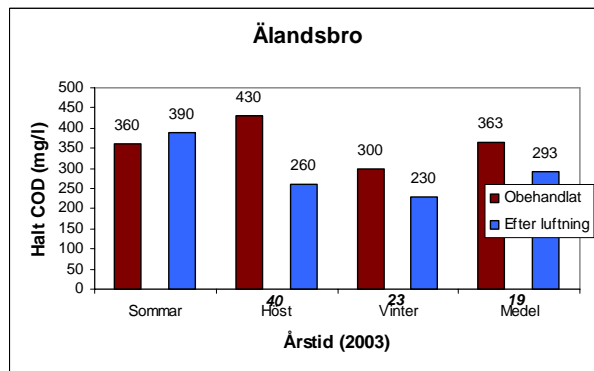
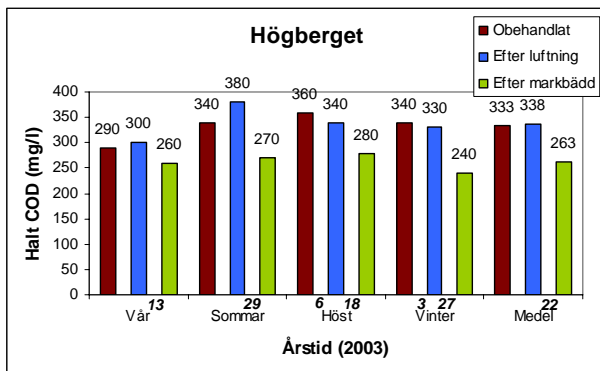
BILAGA 7

Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



RESULTAT FÖR COD_{CR} BILAGA 8

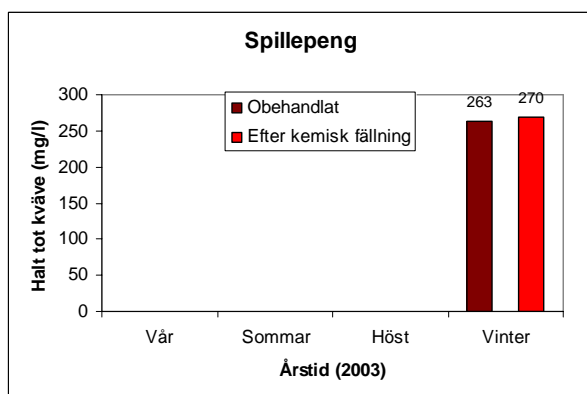
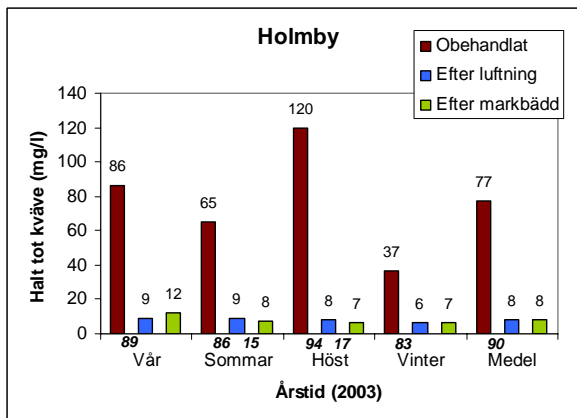
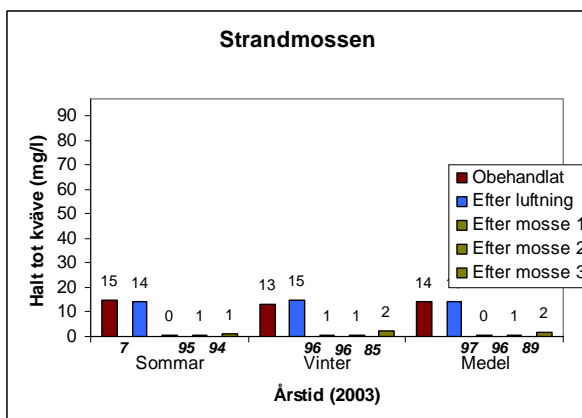
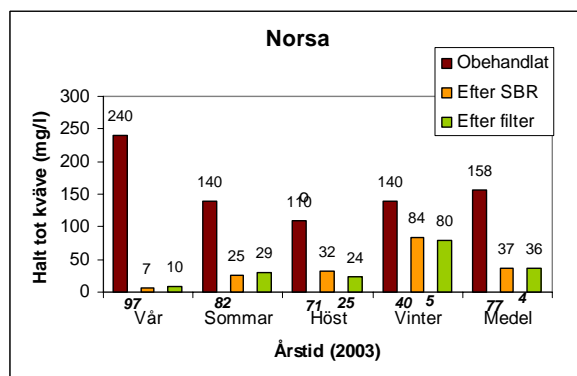
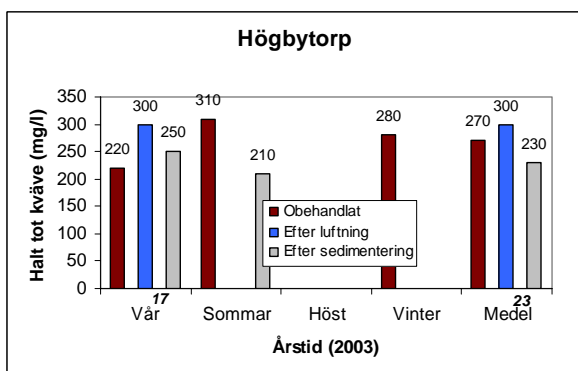
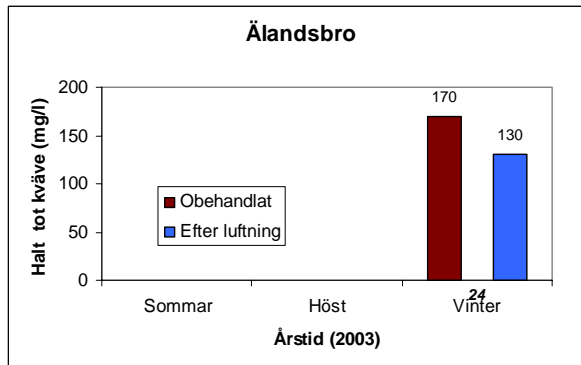
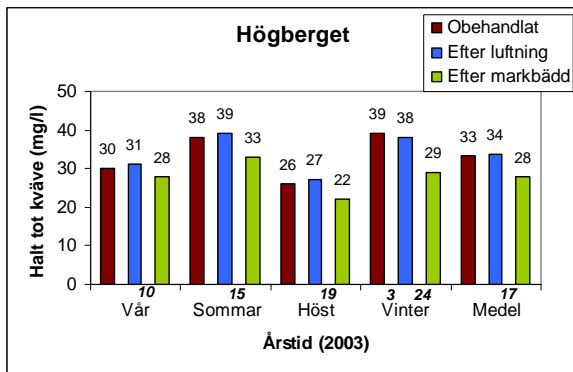
Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



RESULTAT FÖR KVÄVE, TOTAL

BILAGA 9

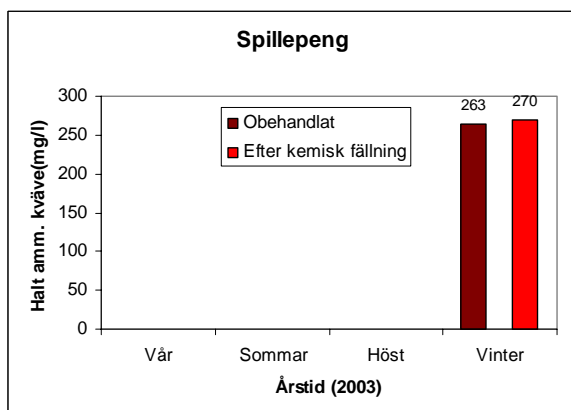
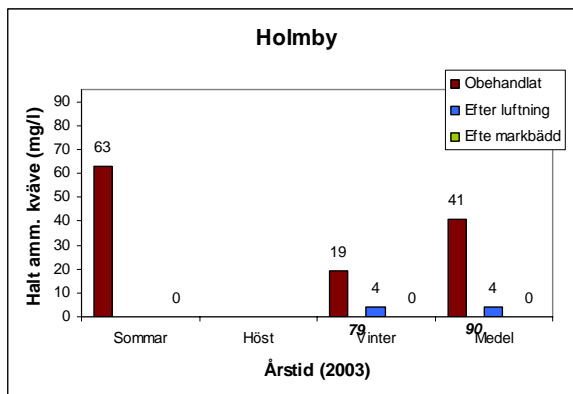
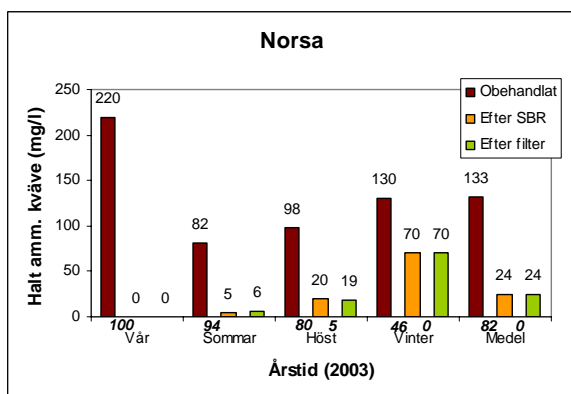
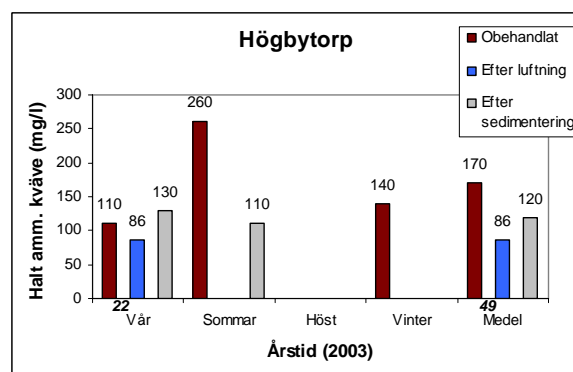
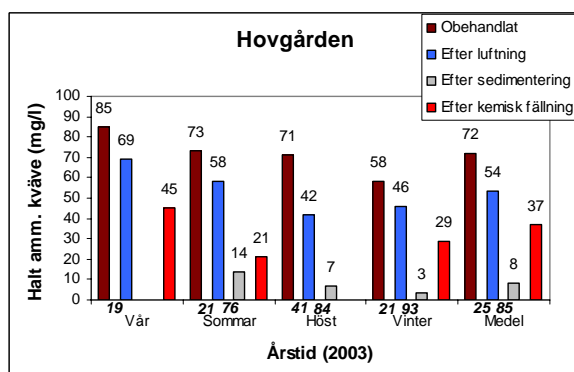
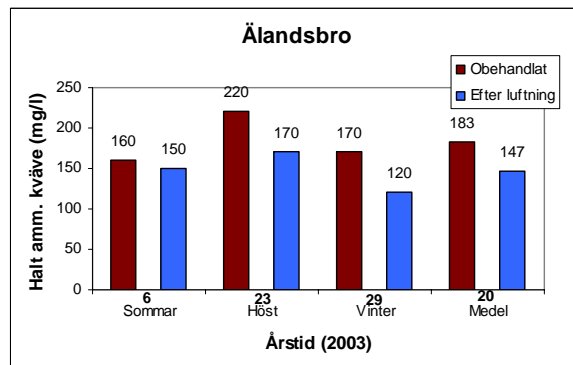
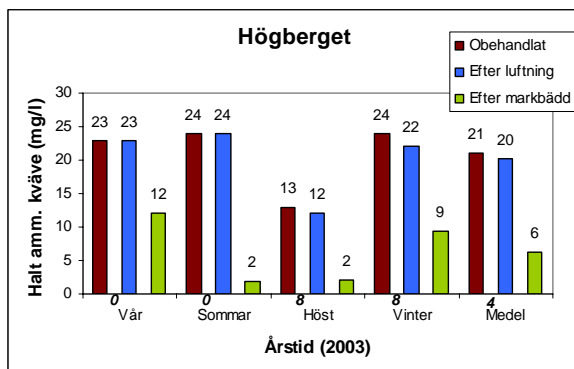
Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



RESULTAT FÖR KVÄVE, AMMONIUM

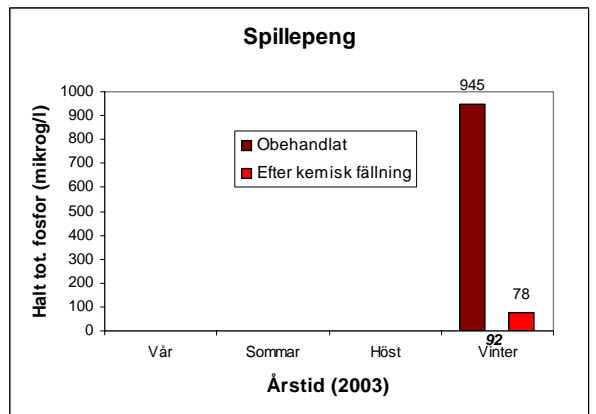
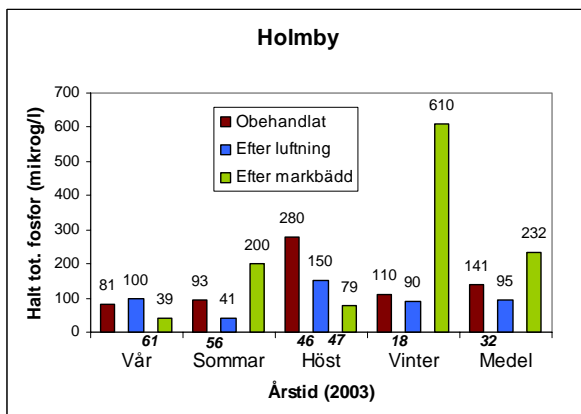
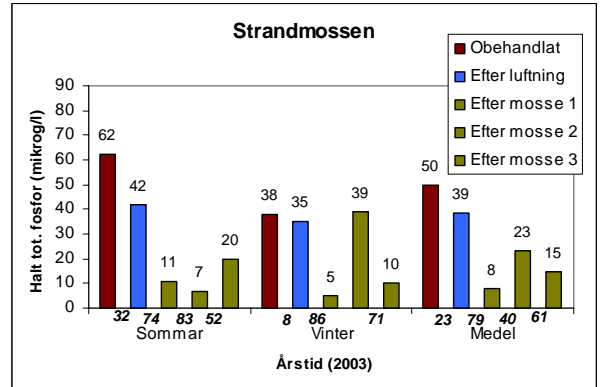
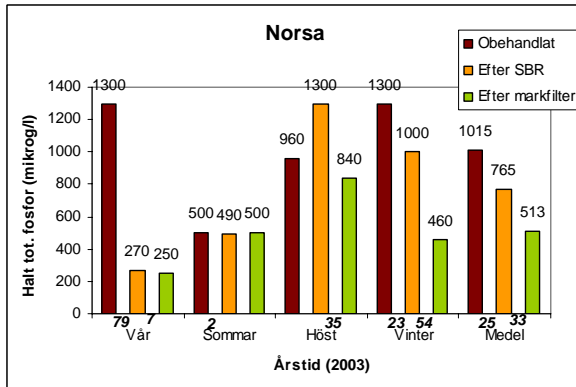
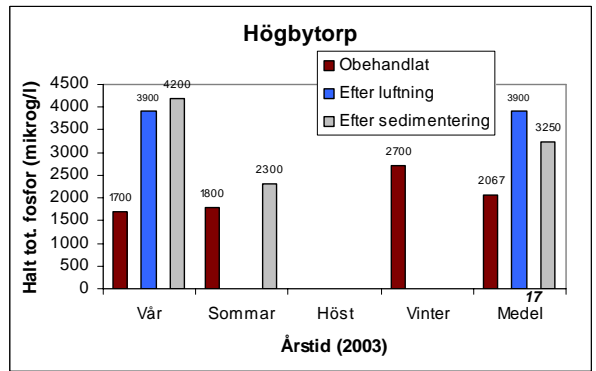
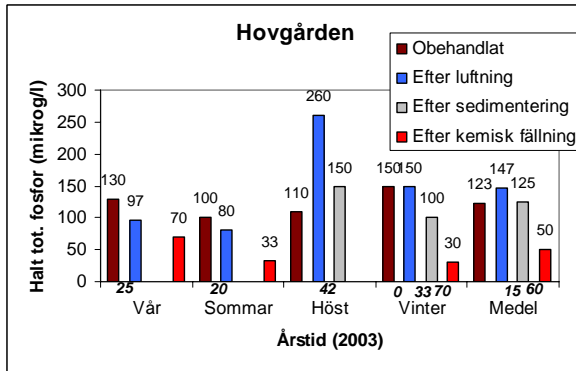
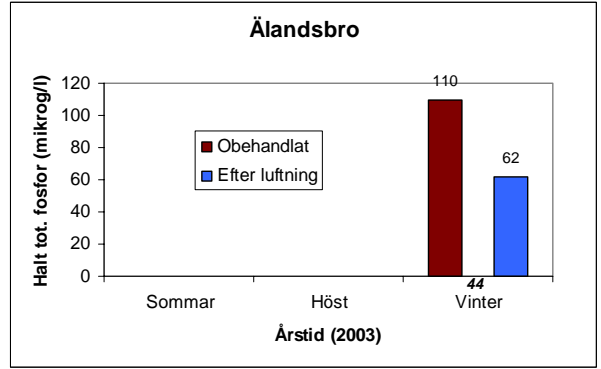
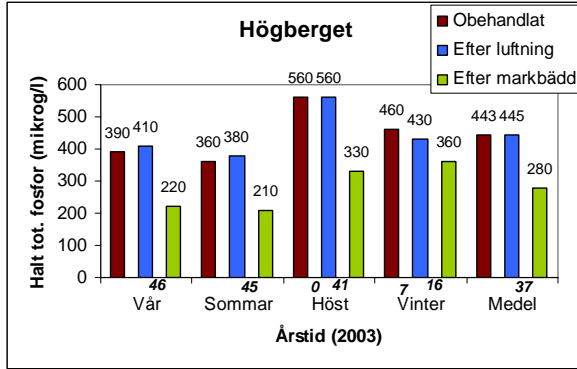
BILAGA 10

Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



RESULTAT FÖR FOSFOR, TOTALT BILAGA 11

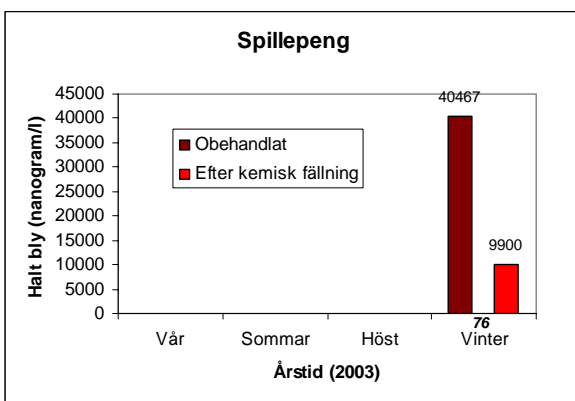
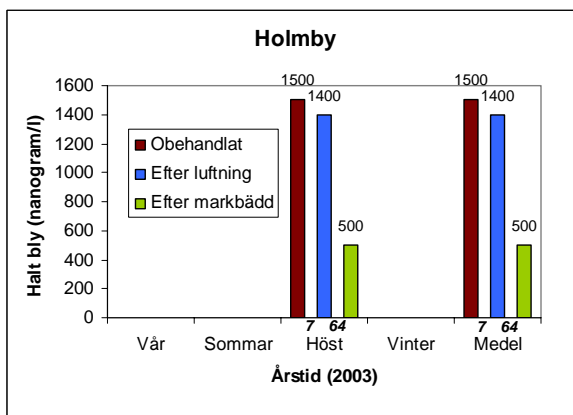
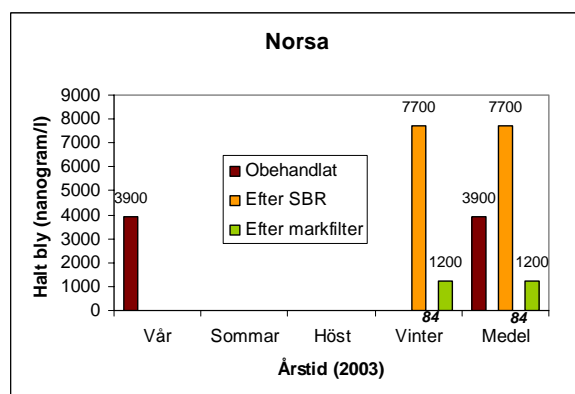
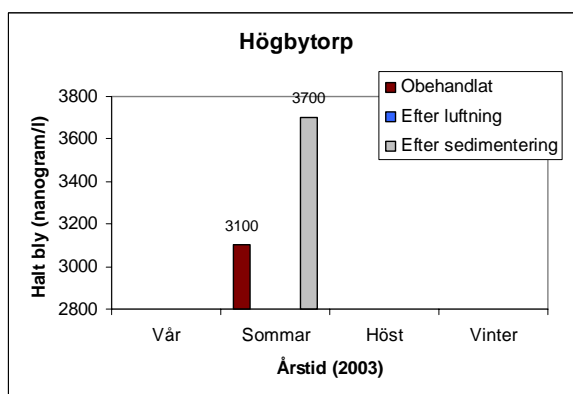
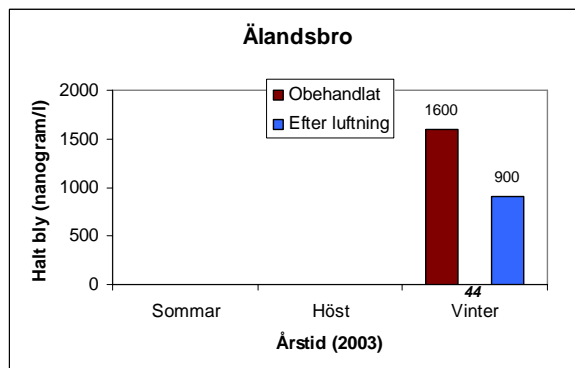
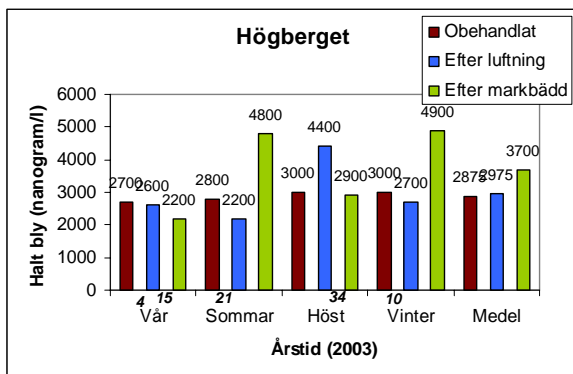
Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



RESULTAT FÖR BLY

BILAGA 12

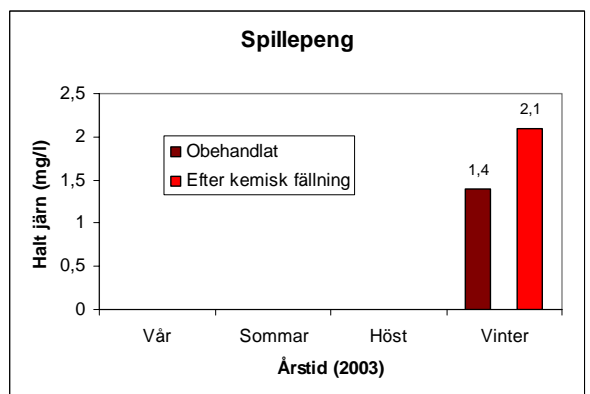
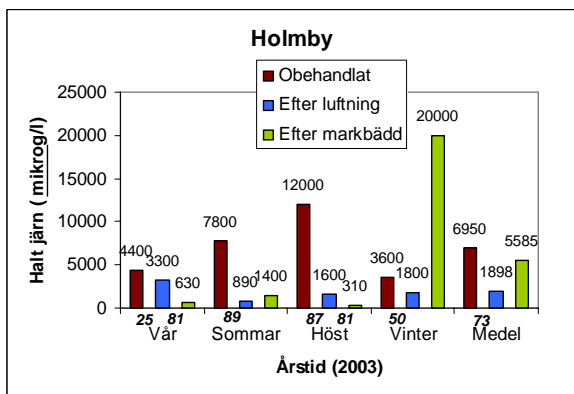
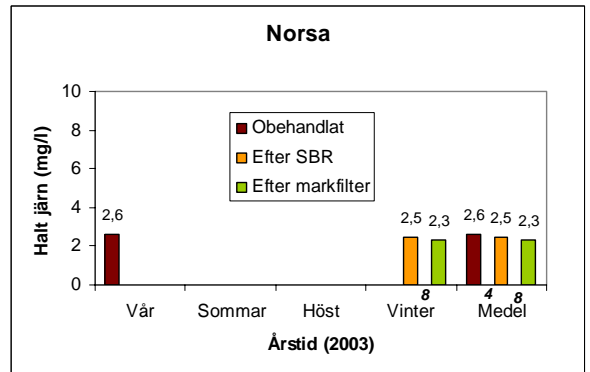
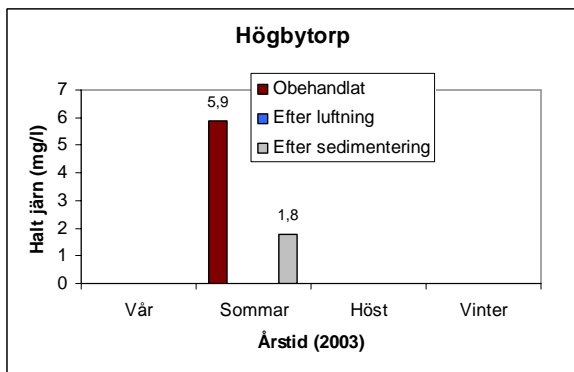
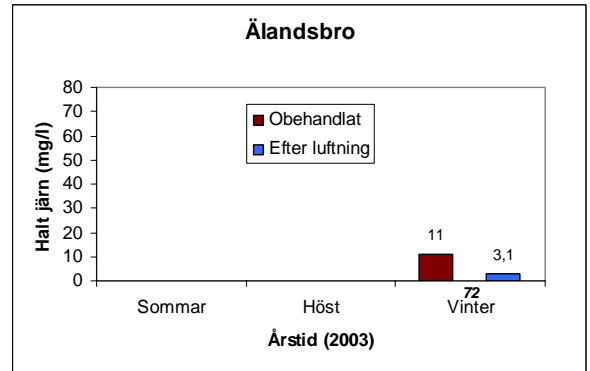
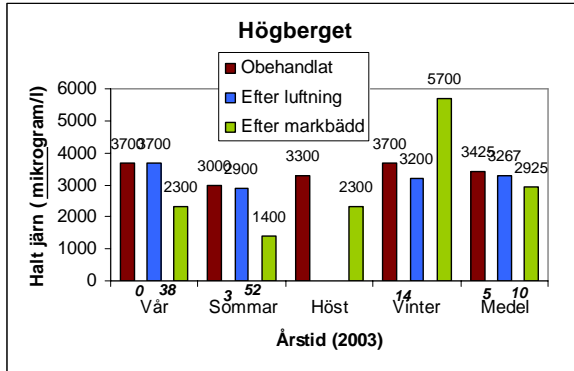
Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



RESULTAT FÖR JÄRN

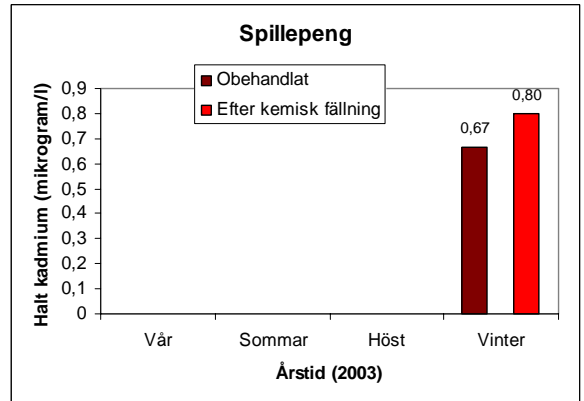
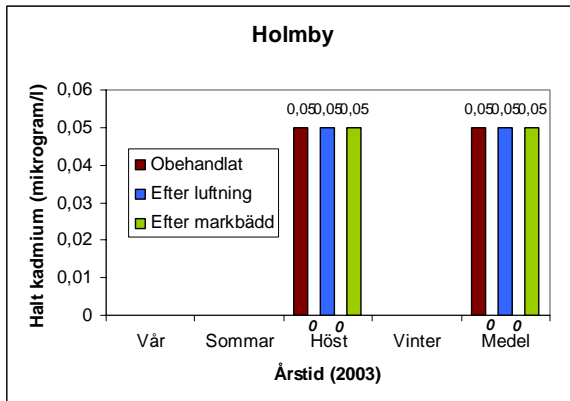
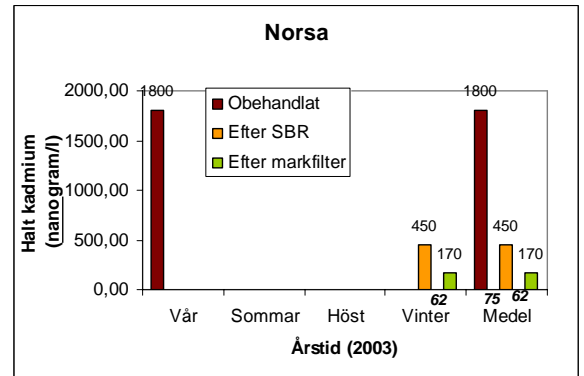
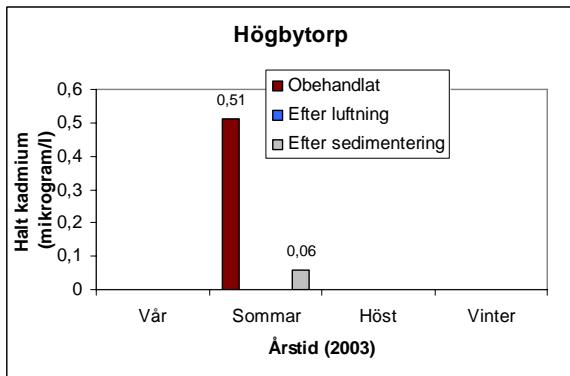
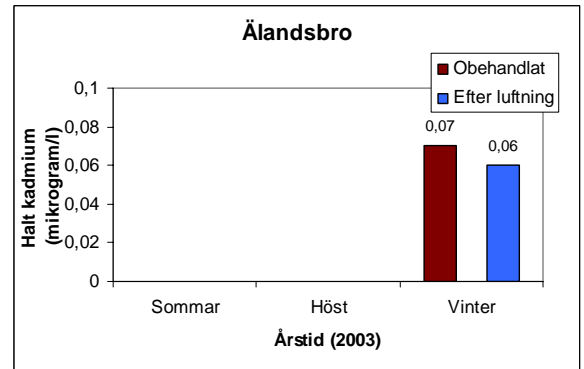
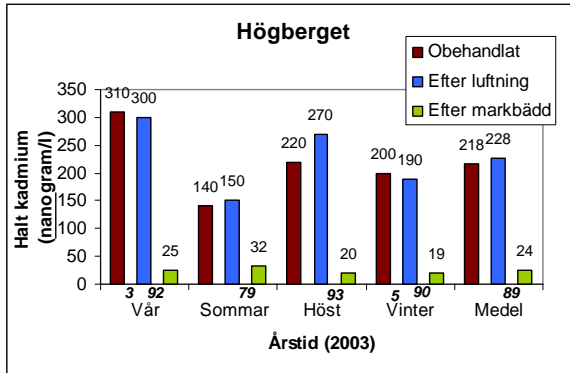
BILAGA 13

Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



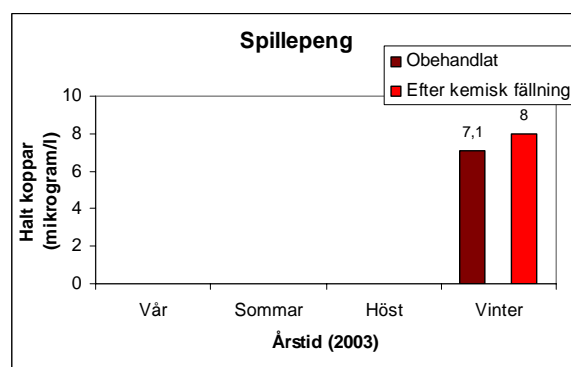
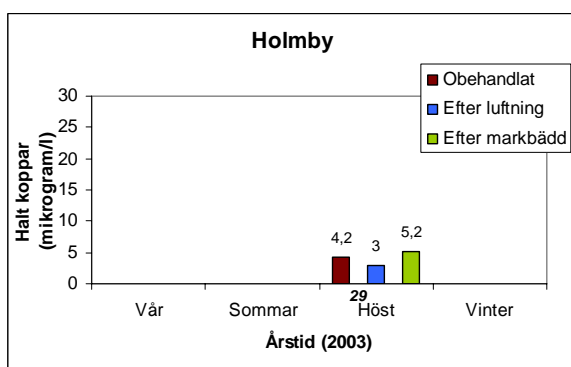
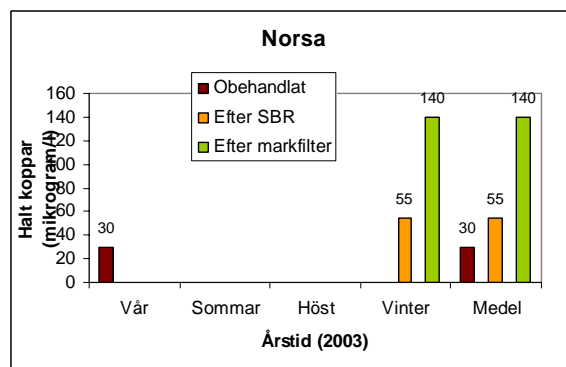
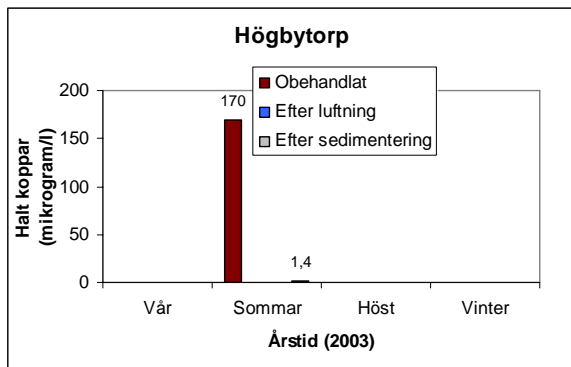
RESULTAT FÖR KADMIUM BILAGA 14

Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



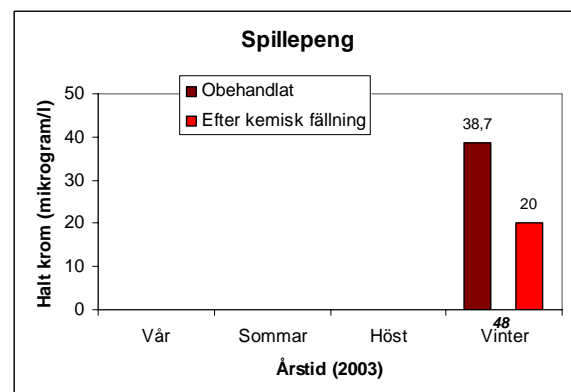
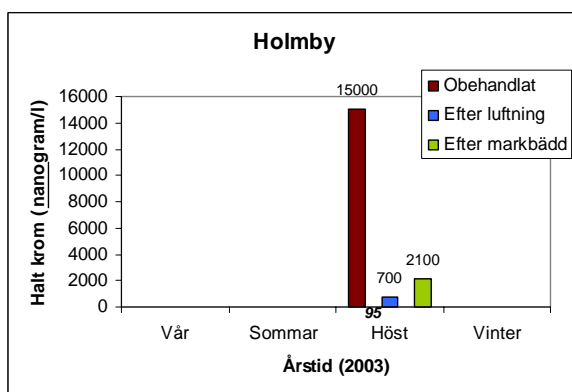
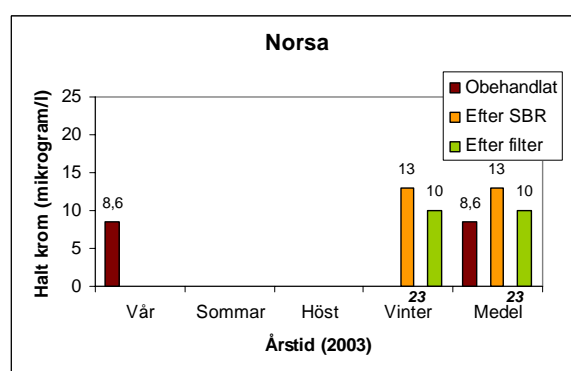
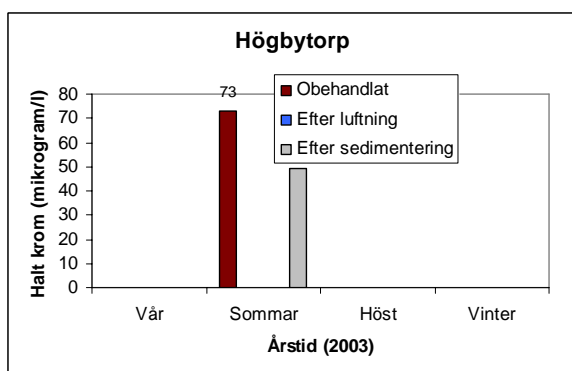
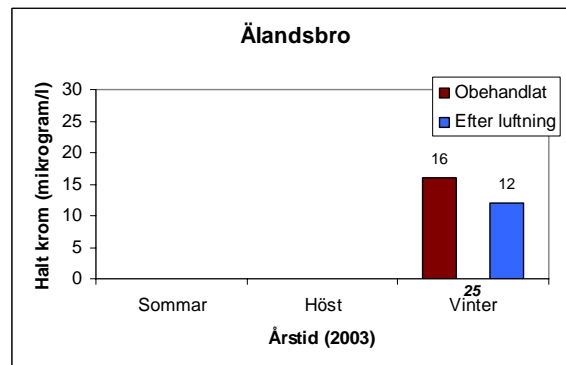
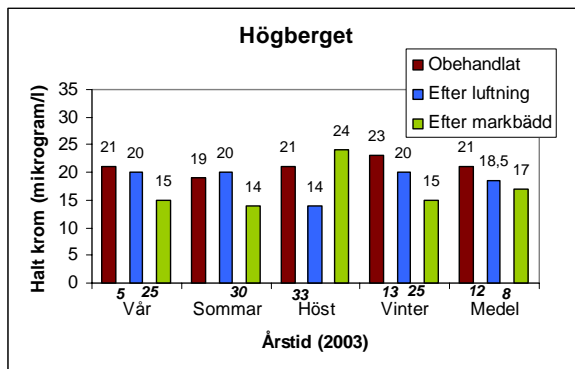
RESULTAT FÖR KOPPAR BILAGA 15

Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



RESULTAT FÖR KROM BILAGA 16

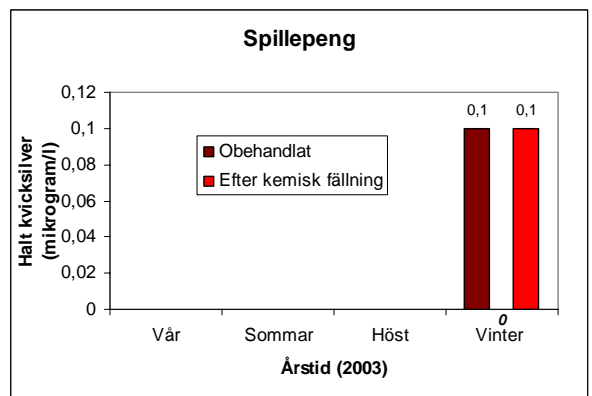
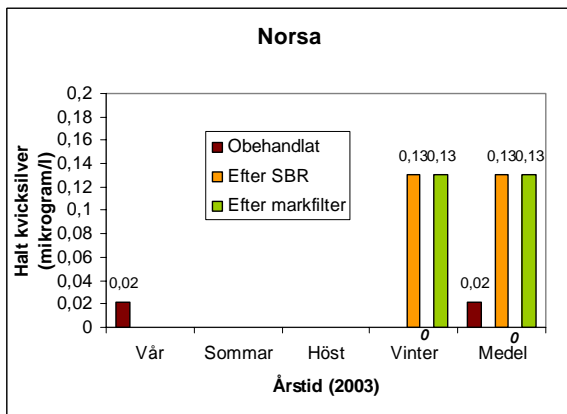
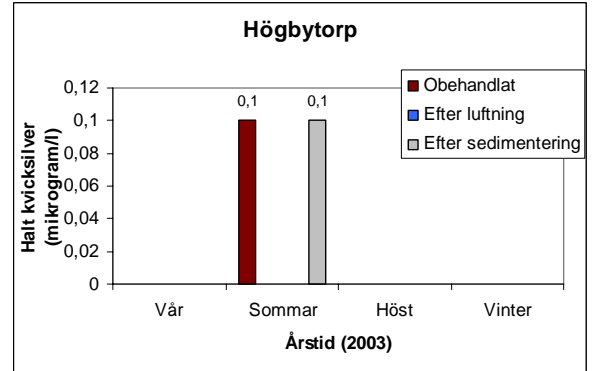
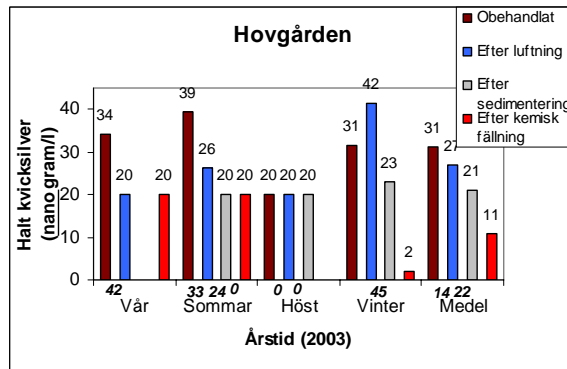
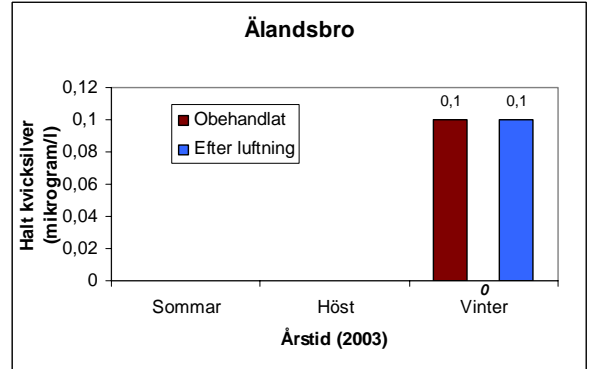
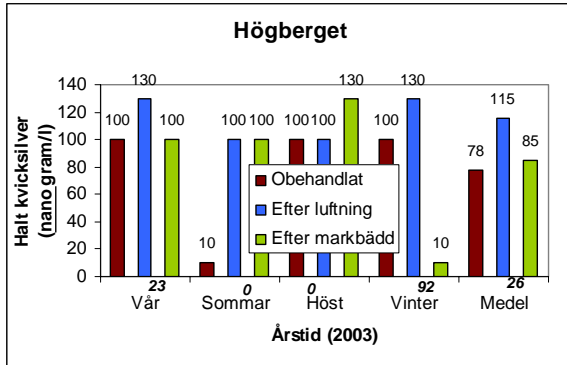
Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



RESULTAT FÖR KVICKSILVER

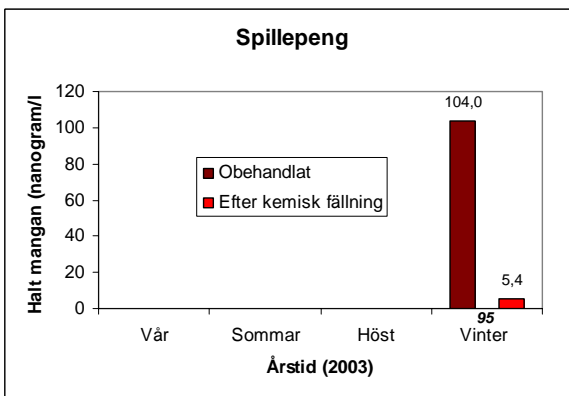
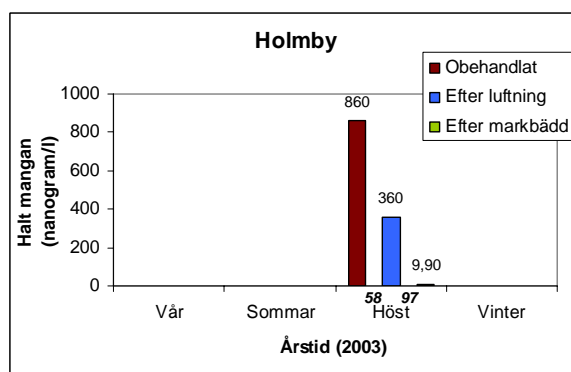
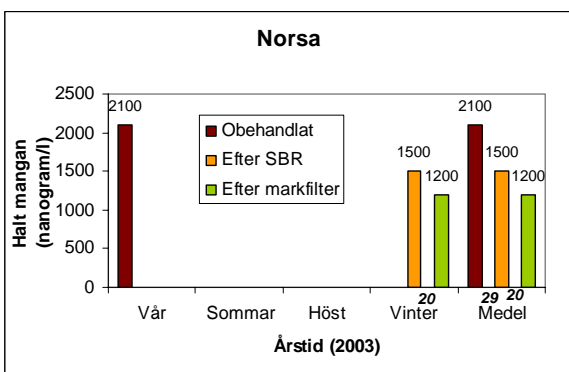
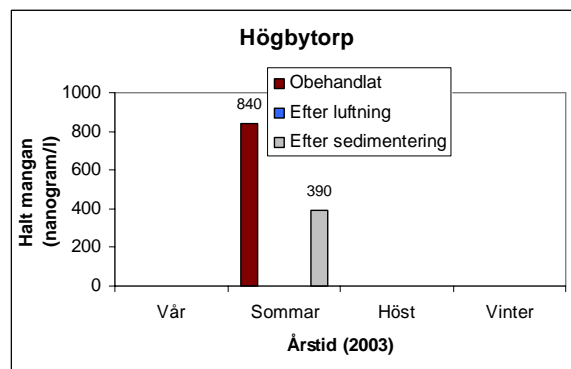
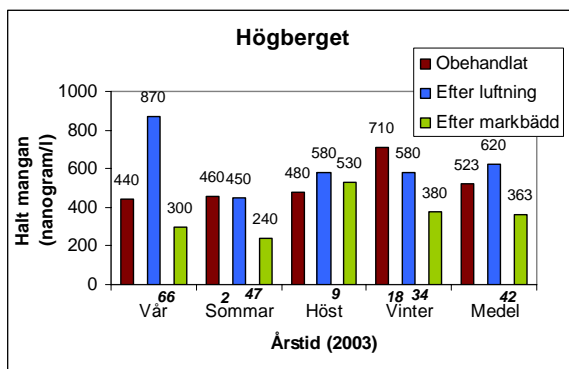
BILAGA 17

Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



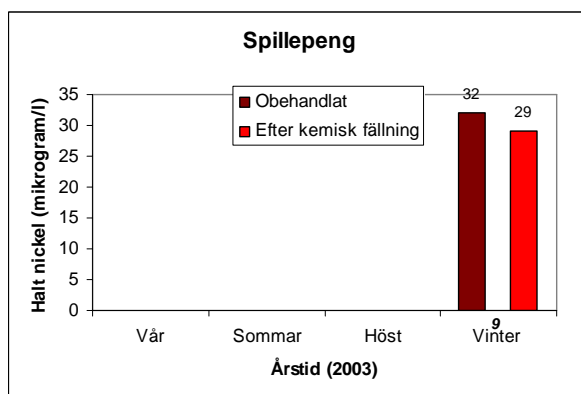
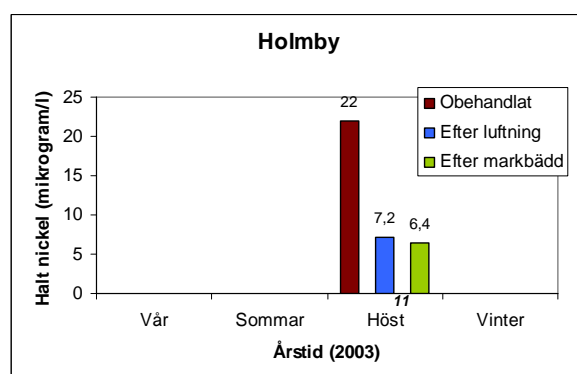
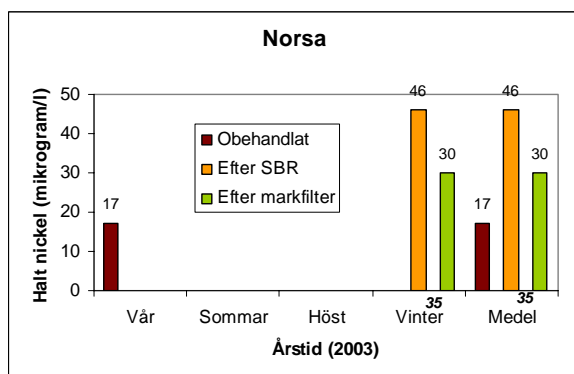
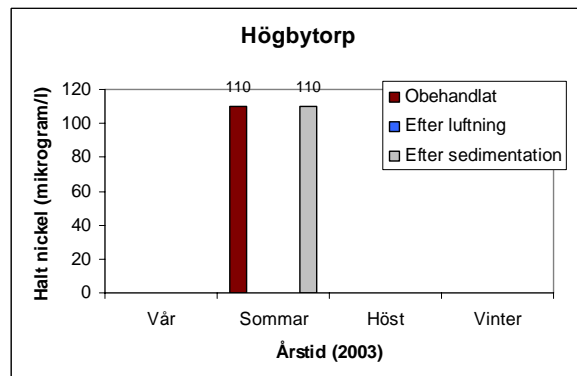
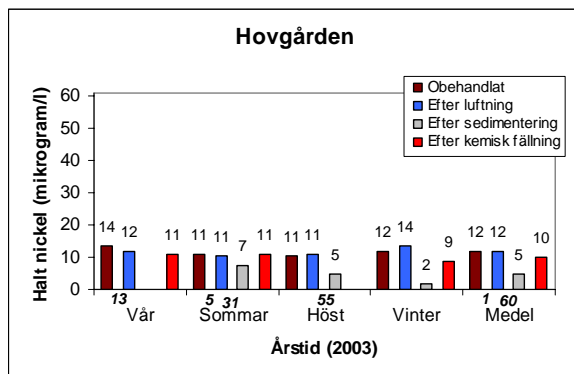
RESULTAT FÖR MANGAN BILAGA 18

Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



RESULTAT FÖR NICKEL BILAGA 19

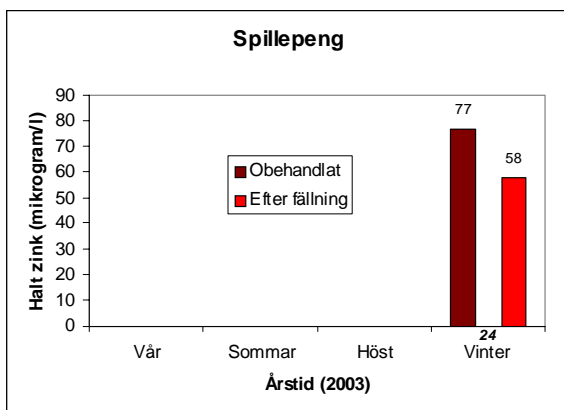
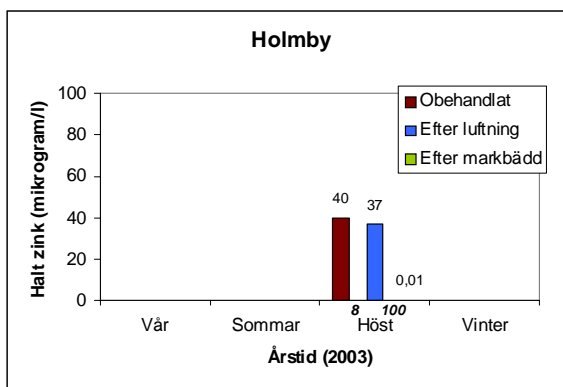
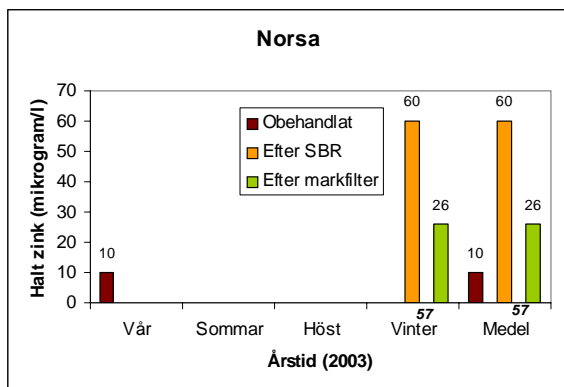
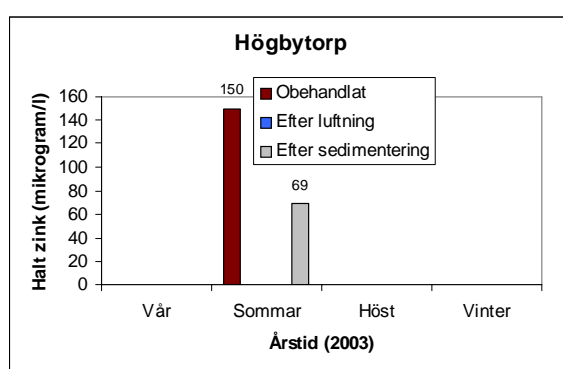
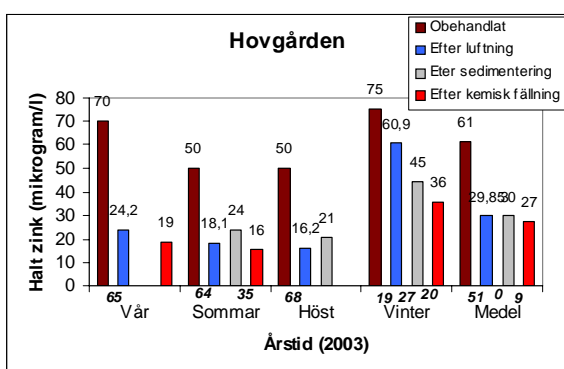
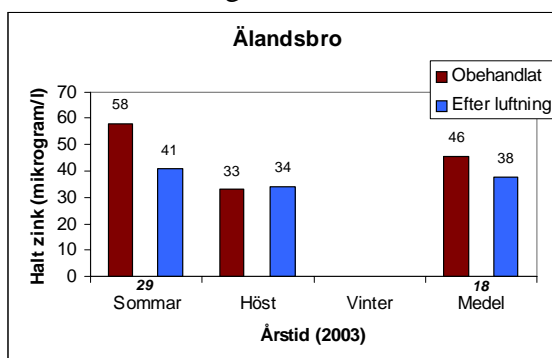
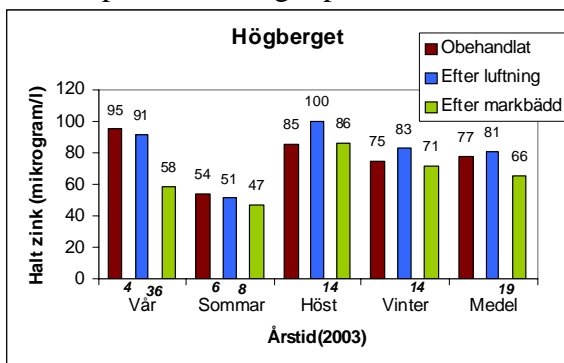
Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



RESULTAT FÖR ZINK

BILAGA 20

Siffror på x-axeln anger procentuella minskningen mellan behandlingsteknikerna.



EGENKONTROLL AV LAKVATTEN BILAGA 21

	Nivå	Färg	pH	Flöde	Konduktivitet	Turbiditet	Alkalinitet	Temperatur	BOD7	BOD löst	BOD-tot
Högberget		8	8		12			12	8		
Ålandsbro		1	4	52	4			4	4		
Lappmyran	3	3	3	3	3						
Forsbacka			12		12			12	12		
Hovgården			26	26	26		12 (6)	26	12 (6)		
Högbytorp			12		12		4		4		
Isätra		4	12		12			12	4		
Gryta			4	12	12			12	4		
Norsa			365		4		4	365	4		
Strandmossen			2		2			2			
Holmby		1	4		4	4			4		
Östby		6	6		12	12	6	12	6		
Hyllstofta			12		12		12	12		12	12
Filborna		4	12		12		1	12	1		
Spillepeng			3 (12) (4)		3 (12) (4)				3 (12) (4)		

Lakvattenrening och kontroll vid deponier – granskning och sammanställning

	CODCr	CODMn	COD löst	COD-tot	TOC	DOC	Organiskt kväve	Ammonium	Nitrat	Nitrit	Total kväve
Högberget	8							8			8
Älandsbro	4							4	1		1
Lappmyran	3							3			3
Forsbacka					12	12	12	12	12	12	12
Hovgården	12 (6)				12 (6)			12 (6)	12 (6)	12 (6)	12 (6)
Högbytorp	4							4	4		4
Isätra	4							4	4	4	4
Gryta	4				4			4	4	4	4
Norsa					4			4	4	4	4
Strandmossen	2	2					2		2	2	2
Holmby	4				4			4			4
Östby	6				6			6	6	6	6
Hyllstofta			12	12				12	12	12	12
Filborna				4	4			4	4		4
Spillepeng					3 (12) (4)						3 (12) (4)

Lakvattenrening och kontroll vid deponier – granskning och sammanställning

Total Fosfor	Fosfat	Sulfatsvavel	Sulfat	Aluminium	Antimon	Arsenik	Barium	Bor	Bly	Cyanid	Flour
8									4	4	
1									1		
3											
12				4	4	4	4		4		
12 (6)	12 (6)		12 (6)	12 (6)		12 (6)	12 (6)		12 (6)		
4			4	1		1			1		
4			4			4			4	4	
4			4							4	
4	4		4			2			2	2	
2						2			2		
4						1			1		
6						5:e år		6	2	5:e år	
12	12	12		1 (12)		1 (12)		1 (12)	1 (12)	1 (12)	1 (12)
4						1			1	4	
						1 (12) (4)			1 (12) (1)	3 (12) (4)	

Lakvattenrening och kontroll vid deponier – granskning och sammanställning

Natrium	Nickel	Silver	Svavel	Tenn	Vanadin	Zink	Fenol	Fenoxisyror	Bakteriologisk analys	Toxicitet
						4	4		2	
						4	1		3	
						1	3			
4	4	4	4		4	4		4		
12 (6)	12 (6)		12 (6)			12 (6)				
	1					1				
	4					4	4		4	
	4						4			
	2		2			2	2			
	2					2	2		2	
1	1					1				
6	2			2		2	5:e år			5:e år
	1 (12)					1 (12)	1 (12)			1
	1					1	4			1
	1 (12) (1)					1 (12) (4)	3 (12) (4)			

Lakvattenrening och kontroll vid deponier – granskning och sammanställning

Opolära alifatiska kolväten	Flyktiga klorerade kolväten	Monocykliska kolväten	Polycykliska kolväten (PAH)	Ftalater	Klorfenoler
	4	4	4	4	4
4					
1					
			1 (12)		

Lakvattenrening och kontroll vid deponier – granskning och sammanställning

Totalt extraherbara aromater	Totalt extraherbara alifater	GC-MS Screening	Formaldehyd	Klorbensener	Glödgningsrest
				4	12
		5:e år			5:e år
4	4		4		

EGENKONTROLL AV GRUNDEVATTEN**BILAGA 23**

	Nivå	pH	Konduktivitet	Klorid	Temperatur	Turbiditet	Färg	Totalt kväve	Ammonium	Nitrat	Nitrit	Organiskt kväve
Högberget	4	2	2	2				2	2			
Älandsbro	2	4	4	4			4	4	4			
Lappmyran		3	3	3				3	3			
Forsbacka		2	2	2	2			2	2	2	2	2
Hovgården		2	2	2				2	2	2	2	
Högbytorp		4	4	2				2	2	2		
Isätra		12	12	1	12		1	1	1	1	1	
Gryta	12	2	12	2	12			2	2	2	2	
Norsa	4	4	4	2	4		2	2	2		2	
Strandmossen		2	2	2	2			2		2	2	2
Holmby		2	2	2		1	1		2			
Östby		4	12	4	12		4		4	4	4	
Hyllstofta		2	2	2				2	2	2	2	
Filborna	12	12	12	2	12		2	2	2	2		
Spillepeng		1	2	1				2	1			

Lakvattenrening och kontroll vid deponier – granskning och sammanställning

	TOC	DOC	COD	CODCr	CODMn	BOD tot	BOD7	Alkalinitet	Sulfatsvavel	Sulfat	Fosfat	Total fosfor
Högberget				2								2
Älandsbro				4								
Lappmyran			3									3
Forsbacka	2	2					2				2	2
Hovgården								2		2		2
Högbytorp				2				2		2		2
Isätra				1			1			1		1
Gryta	2			2								2
Norsa	2						2					2
Strandmossen					2							2
Holmby	1										2	
Östby	4			4				4			4	
Hyllstofta			2			2			2			2
Filborna	2		2				2					2
Spillepeng	1						1					1

Lakvattenrening och kontroll vid deponier – granskning och sammanställning

Aluminium	Antimon	Arsenik	Barium	Bly	Bor	Cyanid	Järn	Kadmium	Kalcium	Kalium	Kisel	Kobolt	Koppar
							2						
							2						
								1					1
2	2	2	2	2			2	2	2	2		2	2
2		2	2				2	2	2	2	2	2	2
2		2		2			2	2					2
		1		1		1	1	1				1	1
		2		2		2	2	2	2	2		2	2
		2		2		2	2	2	2			2	2
		1		1				1					1
		1		1			1	1		2		1	1
					4		4		4	4			
1		1		1	1		2	1	2				1
		2		2		2	2	2				2	2
		1		1		1	1	1				1	1

Lakvattenrening och kontroll vid deponier – granskning och sammanställning

Krom	Kvicksilver	Mangan	Magnesium	Molybden	Natrium	Nickel	Silver	Svavel	Strontium	Syre	Vanadin	Zink	Fenol
		2											
1	1	1										1	3
2	2	2	2		2	2	2	2			2	2	
2	2	2	2	2	2	2		2	2			2	
2	2	2				2						2	
1	1	1				1						1	1
2	2	2			2	2						2	2
2	2	2				2						2	2
1	1					1						1	
1	1	1			1	1						1	
					4								
1	1	2		1		1						1	
2	2	2				2				2		2	2
1	1	1				1							1

Lakvattenrening och kontroll vid deponier – granskning och sammanställning

Suspenderat material	AOX	Formaldehyd	Permanganat förb	Totalt extraherbara aromater	Totalt extraherbara alifater
2					
2					
			1		
	2	2		2	2

EGENKONTROLL ÖVRIGT BILAGA 24

	pH	Temperatur	Konduktivitet	Turbiditet	Färg	Alkalinitet	Hårdhet	TS	CODMn	BOD
Brunnar Högberget		2	2							
Dricksvatten Ålandsbro										
Recipient Hovgården	6					6			6	6
Energiskog Högbytorp	1							1		
Brunnar Strandmossen	2	2	2	2	2	2	2		2	
Sedimentprov Östby								5:e år		
Markprov Hyllstofta	1							1		
Bevattnings Hyllstofta	9 till 10		9 till 10							
Infiltration Hyllstofta	12		12							

	TOC	Total kväve	Nitrit	Nitrat	Ammonium	Total fosfor	Fosfat	Organiskt kväve	Aluminium	Arsenik
Bunnar Högberget										
Dricksvatten Ålandsbro										
Recipient Hovgården	6	6	6	6	6	6	6		6	6
Energiskog Högbytorp		1				1			1	1
Brunnar Strandmossen		2	2	2	2	2	2	2	2	1
Sedimentprov Östby	5:e år									5:e år
Markprov Hyllstofta		1		1	1	1				1
Bevattnings Hyllstofta		9 till 10	9 till 10	9 till 10	9 till 10					
Infiltration Hyllstofta		12		12					12	

Lakvattenrening och kontroll vid deponier – granskning och sammanställning

	Cl-spurway	GS-MS Screen	Ledningstal	Bakt analys	Glödgningsförlust	PCB7	Bromerade flamskyddsmedel
Brunnar Högberget							
Dricksvatten Ålandsbro				1			
Recipient Hovgården							
Energiskog Högbytorp	1		1				
Brunnar Strandmossen				1			
Sedimentprov Östby		5:e år			5:e år	5:e år	5:e år
Markprov Hyllstofta			1				
Bevattnings Hyllstofta							
Infiltration Hyllstofta							