

Sammanställning av lakteter för oorganiska ämnen

Elektronisk publikation
laddas ner som pdf-fil från
Naturvårdsverkets bokhandel på Internet
Miljöbokhandeln
www.miljobokhandeln.se

Naturvårdsverket 2002

ISBN 91-620-5207-1.pdf

© Naturvårdsverket

Internet: www.naturvardsverket.se

Innehållsförteckning

1	Förord.....	3
2	Sammanfattning	4
3	Uppdraget.....	6
4	Syfte	6
5	Miljöbedömning av fasta material.....	7
5.1	L/S kvot.....	7
5.2	Kontrollkrav på avfall	8
6	Beskrivning av lakteter	9
6.1	Provtagningsmetodik	10
6.2	Kolonntest.....	10
6.2.1	Metoden, prEN 14405	10
6.2.2	Användning	11
6.3	Skaktest tvåstegslakning	11
6.3.1	Metoden, prEN 12457-3	12
6.3.2	Användning	12
6.4	Diffusionstest	12
6.4.1	Metoden, NEN 7345.....	13
6.5	Tillgänglighetstest.....	13
6.5.1	Metoden, NT ENVIR 003 och 006.....	14
6.5.2	Användning	14
6.6	Utlakning vid inverkan av pH.....	15
6.6.1	Metoderna: Två metoder för utlakning vid inverkan av pH.....	15
6.6.2	Användning	16
7	Totalhaltsbestämning.....	18
7.1	Syraupplösning	18
7.1.1	Askor, Metoden ASTM D3683	18
7.1.2	Jordar, Metoden SS 028311.....	18
7.1.3	Slam och sediment, Metoderna SS028150, 028183	18
7.2	Smältning.....	19
7.2.1	Metoden Smältning ASTM D3682.....	19
7.3	Användning av totalhaltsanalyser	19
8	Utlakning av organiska ämnen.....	20
9	Beskrivning av analyser och rikt-/gränsvärden.....	21
9.1	Rikt- och gränsvärdeslistor för avfall och förorenad mark	21
9.2	Analyser som används för lakteter	22
10	Exempel på användningsområden och material där lakteter används för miljöbedömning	24
11	Exempel på laboratorier som utför lakteter.....	25

1 Förord

Laktester används mer och mer för att miljöbedöma olika fasta material som ska deponeras, nyttiggöras eller efterbehandlas. Som en följd av det EG- direktiv om deponering av avfall som antogs 1999 kommer till sommaren beslut om europeiska gränsvärden för avfall som ska deponeras. Dessa gränsvärden bygger på hur mycket föroreningar som lakar ur avfallet. Införandet av gränsvärden för lakning kommer att bidra till att användningen av laktester ökar ytterligare.

Denna rapport har tagits fram för att reda ut begrepp och ge ökad kunskap om och kring laktester. Vidare är avsikten med denna rapport att belysa för vilka tillämpningar och för vilka material de olika testerna är lämpliga. Rapporten tar upp användbara laktester som är internationellt accepterade och som kan rekommenderas att användas för att miljöbedöma avfall, restprodukter eller andra fasta material.

Rapporten vänder sig till, myndigheter verksamhetsutövare vid avfallsanläggningar samt andra aktörer inom området.

Rapporten är författad av Ebba Wadstein, Ann-Marie Fällman, Lennart Larsson, Britt Aurell samt Helena Helgesson vid Statens geotekniska institut, SGI. Författarna är ensamt ansvariga för rapportens innehåll, varför denna inte kan åberopas som Naturvårdsverkets ståndpunkt

Stockholm, maj 2002

Naturvårdsverket

2 Sammanfattning

Laktester används mer och mer för att miljöbedöma olika fasta material som ska deponeras, nyttiggöras eller efterbehandlas. Under våren kommer det att tas fram europeiska gränsvärden för utlakning från avfall som ska deponeras vilket medverkar till att användningen av laktester ökar ytterligare. Det finns många olika typer av laktester för oorganiska ämnen och avsikten med denna vägledning är att belysa för vilka tillämpningar och för vilka material de olika testerna är lämpliga. Denna sammanställning tar upp användbara laktester som är internationellt accepterade och som därmed kan rekommenderas att användas för att miljöbedöma avfall, restprodukter eller andra fasta material. Flera av laktesterna prövas för närvarande av den Europeiska standardiseringskommittén, CEN/TC 292 Characterisation of waste, för att kunna bli europeiska standarder.

Nedanstående laktester rekommenderas för att miljöbedöma fasta material för analys av lakbara oorganiska ämnen:

Laktest	Metod	Beskrivning
Kolonntest	PrEN 14405 "Uppflow percolation test under specified conditions" – som tagits fram inom CEN/TC 292.	Provet packas i en kolonn. Vatten pumpas sedan sakta från botten genom materialet i kolonnen. Det perkolerade vattnet, lakvattnet, analyseras vid olika L/S-kvoter (se kap 4.1). Testet ger en uppfattning om lakvattnets innehåll av olika ämnen på både kort och lång sikt.
Skaktest – 2 steg	prEN 12457-3 "Two stage batch test at a liquid to solid ratio of 2 and 8 l/kg with particle size below 4 mm"	En enklare metod där provet skakas med olika mängd vatten på ett standardiserat sätt. Metoden ger en uppfattning om möjlig utlakning på lång sikt.
Diffusionstest	NEN 7345 "Determination of the leaching of inorganic components from building and monolithic waste materials with the diffusion test"	Metod som mäter utlakning från monolitiska och stabiliserade material från en större provkropp under en längre tid (minst 64 dagar)
Tillgänglighetstest Oxiderad tillgänglighetstest	NT ENVIR 003 "Availability test" NT ENVIR 006 "Oxidised availability test"	Metoder för potentiell lakbarhet, d.v.s. den potentiellt tillgängliga mängden av ett ämnen som är lakbar på mycket lång sikt. Används som övre gräns för möjlig utlakning.
pH-statisk lakning	prXXX jan 2002 "Influence of pH on leaching with continuous pH control" prXXX nov 2001 "Influence of pH on leaching with initial acid/base addition"	Två likvärdiga metoder som bestämmer inverkan av pH på utlakningen av ämnen i materialet. Lakvätskan analyseras från 8 prov som lakats vid olika pH-värden.

(prEN= Inlämnat för prövning till CEN. Har laktestet inte hunnit få något nummer anges istället datum och namn för den version som behandlats hos den Tekniska kommittén. NEN= Holländsk standard, NT Envir = Nordtest rekommendation)

Idag används ofta totalhaltsbestämning, d.v.s. kemisk sammansättning, vid miljöbedömning av fasta material. För totalhalt används både metoden smältning och syraupplösning. Vid miljöbedömning av ett fast material är det väl så intressant att veta hur mycket som lakar eller som skulle kunna laka från materialet vid olika förhållanden.

Utlakning av organiska ämnen från fasta material har blivit mer och mer aktuellt. Det finns idag ingen standardiserad metod för lakning av organiska ämnen men ett flertal undersökningar finns gjorda, främst för utlakning av PAH från grövre vägbeläggningsmaterial. I denna sammanställning beskrivs svårigheten med att laka organiska ämnen och hur långt man kommit i testarbetet. Laktest av organiska ämnen kräver metoder som är anpassade för respektive grupp av organiska ämnen.

3 Uppdraget

Sammanställningen av olika lakteter för att miljöbedöma fasta material har gjorts på uppdrag av Naturvårdsverket. Den är bl. a. tänkt att kunna användas i samband med de ökade kontrollkrav på inkommande avfall som ställs i EU:s deponeringsdirektiv 1999/31/EG och i förordningen om deponering av avfall, SFS 2001:512.

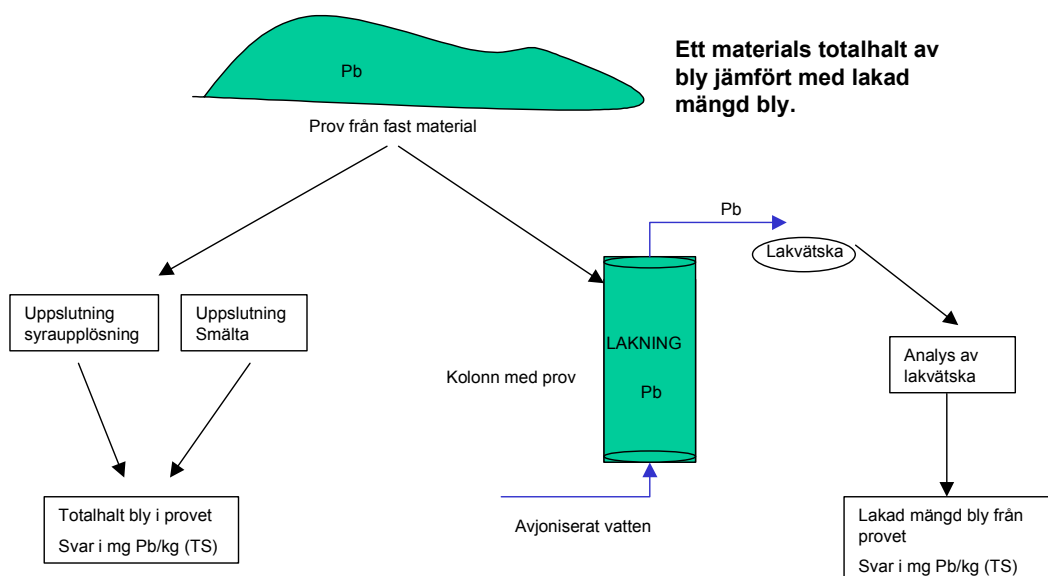
4 Syfte

Syftet med denna sammanställning är

- att skapa en överblick över använda metoder för miljöbedömning av fasta material
- att samla kunskap om de metoder som kommer att föreskrivas av EU för karakterisering av avfall
- att översiktligt beskriva och rekommendera de metoder som bör användas och redovisa för vilka material och situationer de är tillämpliga.

5 Miljöbedömning av fasta material

Miljöbedömning av olika provtyper kräver olika tillvägagångssätt. För analyser av vattenprover finns sedan länge flera standardiserade och väletablerade metoder. Vid vattenanalyser måste man ställa sig frågor om det är lösta eller partikelbundna ämnen man vill få analyserade, och därmed om man ska analysera ett filtrerat eller ofiltrerat prov. När man ska miljöbedöma ett fast material blir frågeställningarna annorlunda. Är det materialets totala innehåll av t.ex. bly eller är det bly som är tillgängligt för organismer som man vill få analyserat? Är det vidare det bly som lakar ut vid första regnskuren, efter ett år eller under hela materialets "livslängd" (d.v.s. innan det är helt nedvittrat)?



Figur 1. Ett fast materials miljöegenskaper kan bedömas utifrån dess totalhalt av bly (Pb) respektive genom att mäta lakad mängd bly, i detta fall genom kolonntest.

5.1 L/S kvot

I många lakteter hänvisar man till L/S-kvoten d.v.s. förhållandet mellan lakvätskan och det fasta materialet. L står för liquid och S för solid. L/S-kvoten är den mängd lakvatten (L) som varit i kontakt med materialet, dividerat med denna mängd material (S) mätt i liter/kg. Med kunskap om nederbörd, massornas mängd och genomsläpplighet och uppbyggnads utformning kan L/S-skalan omvandlas till en tidsskala.

5.2 Kontrollkrav på avfall

Denna sammanställning är bland annat tänkt att kunna användas i samband med de ökade kontrollkrav på inkommande avfall som ställs i *EU:s deponeringsdirektiv 1999/31/EG och i förordningen om deponering av avfall, SFS 2001:512*. Testmetoderna är valda utifrån de diskussioner som pågår i arbetet inom direktivets Technical Adaption Comitée, TAC. Man försöker där enas om standardiserade laktester främst utifrån förhållandet mellan vätska och fast material (L/S-kvot) för att karakterisera fasta avfall för de olika deponiklasserna, 1) farligt avfall, 2) icke farligt avfall och 3) inert avfall. Europeiska gränsvärden för deponi kommer att tas fram under våren 2002.

Önskemålet är att använda laktester som är överenskomna av Europas standardiseringskomitée, CEN. När en testmetod färdigutvecklats och skickats till CEN för omröstning benämns den prEN. Efter att metoden antagits av CEN får den EN-benämning. I dagsläget provas 2-stegs skaktest av CEN men även kolonntestet och testmetoderna för utlakningens beroende av pH är inlämnade för prövning. Övriga utvalda tester är inte idag europastandard men är beskrivna i t.ex. Nordtest rapporter, *NT ENVIR*. Nordtest är en nordisk samverkansorganisation under Nordiska Ministerrådet som har till uppgift att utveckla och rekommendera testmetoder bl.a. till skydd för hälsa och miljö. Diffusionstestet är en holländsk standard, NEN.

EU:s deponeringsdirektiv delar in metoder för karakterisering i 3 nivåer. De testmetoder som valts ut här kan användas för nivå 1, grundläggande karakterisering och för nivå 2, provning av överensstämmelser.

- **Nivå 1 Grundläggande karaktärisering** Ska ge underlag för bedömning av hur avfallet bör hanteras, t.ex. deponiklass och lakningsbeteende på kort och lång sikt.
- **Nivå 2 Provning av överensstämmelser Kvalitetskontroll** Ska ge besked om avfallet överensstämmer med den grundläggande karaktäriseringen och deponins mottagningskrav.
- **Nivå 3 Platskontroll** Ska kontrollera att avfallet stämmer överens med medföljande deklarationsdokument.

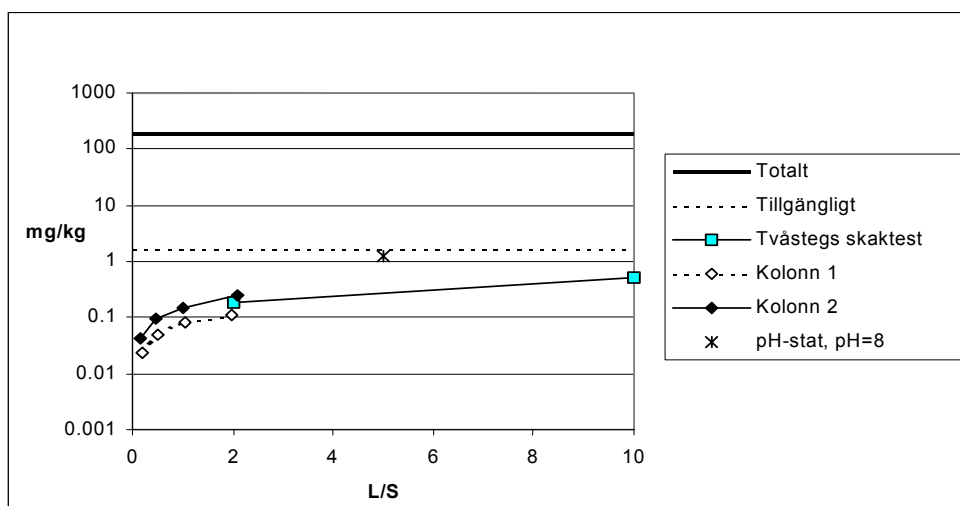
6 Beskrivning av lakteter

Speciella egenskaper hos såväl materialet som de förhållanden som materialet kommer att befinna sig i måste tas i beaktande innan man väljer laktet. Frågor som är avgörande för att kunna karakterisera fasta material är bl. a. följande:

- Syftet med karakteriseringen.
- Förhållanden som materialet kommer att befinna sig i, t.ex. över eller under grundvattennivån.
- Hur avfallet ser ut? Blandade material med sten t.ex. moränjordar kan ge missvisande resultat.
- Vad inverkar på utlakningen (kemiskt, fysiskt, mekaniskt, biologiskt)? Har materialet sura egenskaper? Hur är materialets genomsläpplighet för vatten? Hur utsatt är materialet av flora, fauna och mikrobiologisk aktivitet.
- Val av analyser för att kvantitativt och kvalitativt bestämma utlakningen.
- Hur kan resultaten tolkas – vilka resultat är relevanta för avfallet och de förhållanden som råder.

Det finns en svensk och europeisk standard som anger en metodik för hur man kan använda lakning för att karakterisera ett avfall eller annan produkt, SS ENV 12920.

I figuren nedan kan man se hur mängden utlakad krom från krossad betong förhåller sig till L/S-kvoten när olika lakteter använts. För att få en samlad bild av materialets lagningsbenägenhet behöver ofta 2 eller flera lakmetoder användas. De olika lakteterna visar t.ex. hur stor andel av totalinnehållet som är lakbart på mycket lång sikt (tillgängligt) och hur utlakningen kommer att variera över tiden. Kolonntestet vid låg L/S-kvot visar utlakningen vid mer realistiska förhållanden.



Figur 2 Exempel på utlakning från ett material undersökt vid olika L/S-kvot och med olika lakteter.

6.1 Provtagningsmetodik

Metoden för att provta ett material är avgörande för resultatet som kommer erhållas i undersökningen. Det är viktigt att proverna som tas ut är representativa. Provtagning bör följa rekommendationerna enligt Nordtest NT ENVIR 004. Även en europeisk standard håller på att färdigställas men den är inte klar ännu. Rekommenderad provmängd för de flesta tester och material är minst 4 kg. Vid material med större kornstorlek krävs ofta större provmängd. Förvara prov som ska användas för lakning och analyser av oorganiska ämnen i plasthink med lock eller i plastpåsar.

Det bästa är ändå att ta kontakt med det laboratorium som man tänkt anlita innan provtagningen och höra om de har några särskilda krav på provtagningsförfarande, förvaring, transport, leveranstid etc.

6.2 Kolontest

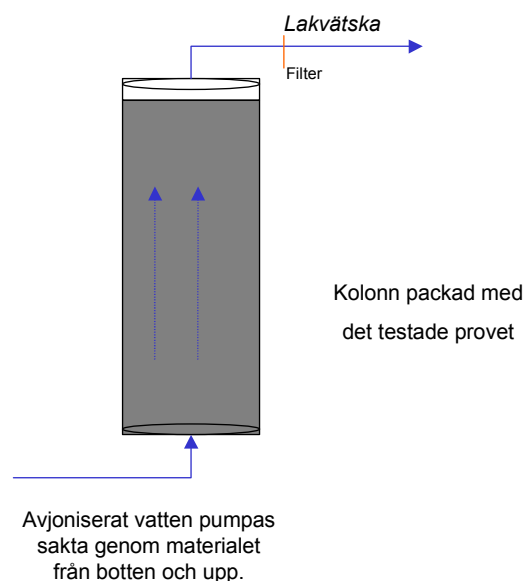
I kolontestet efterliknas processen då regnvatten filtreras genom materialet, dock med större genomströmningshastighet. Testet beskriver utlakningsförloppet på kort och medellång sikt och ger en god uppfattning om sammansättning och variationer från första lakvattnet vid låga L/S-kvoter upp till L/S10. Detta test kommer vara ett av de grundläggande testerna för att kunna bedöma till vilken deponiklass ett avfall kan föras. Till sommaren 2002 kommer europeiska gränsvärden för avfall som ska deponeras att tas fram relaterade till bl.a. detta test.

Kolontestet är baserat på NEN 7345 och NT ENVIR 002 och inlämnat för prövning av CEN för att bli en europeisk standardmetod. Här nedan beskrivs den metod som inlämnats för prövning av CEN.

6.2.1 Metoden, prEN 14405

(”Uppflow percolation leaching test (under specified conditions)”)

Ett lufttorkat prov som krossats till rätt partikelstorlek lakas i en kolonn där L/S-kvoten ökas kontinuerligt genom att avjoniserat vatten sakta pumpas in från botten av kolonnen. Kolonnens storlek anpassas efter materialets partikelstorlek. Två kolonnstorlekar tillåts: en mindre kolonn med diameter 5 cm för material med partikelstorlek mindre än 4 mm och en större kolonn med diametern 10 cm för material med partikelstorlek mindre än 10 mm. Efter filtrering tas prov ut från 7 lakvätskefraktioner vid L/S kvoten 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5 och 10 liter/kg för analys. Laktestet tar från en till två månader beroende på materialet.



Figur 3. Vid lakning i kolonn pumpas avjoniserat vatten från botten genom materialet i kolonnen. De utlakade ämnena i lakvätskan analyseras efter filtrering.

6.2.2 Användning

Typ av test enligt deponeringsdirektivet	Grundläggande karakterisering – nivå 1
Material lämpliga att testa	Oorganiska avfall och annat material som kan krossas. Exempel: bottenaskor, blästersand, slaggar och pelleterat material
Ej lämpligt för	Monolitiska material (gjuten kropp), material som vid packning ger en täthet på mindre än 1×10^{-8} samt på självhårdande material. Exempel: vissa flygaskor och lera
Provmängd	Minst 2,5 kg vid användning av mindre kolonn. För grövre material används större kolonn och då krävs minst 10 kg.
Följande parametrar är lämpliga att mäta i den utlakade vätskan	Oorganiska ämnen såsom metaller, klorid, sulfat, fosfor, totalkväve och ammoniumkväve
Mäts och redovisas som:	Utlakad mängd/kg testat prov vid given L/S-kvot. För fasta avfall som ska deponeras kommer det att finnas gränsvärden för utlakad mängd vid L/S 2 och L/S 10 relaterad till bl.a. detta test.

6.3 Skaktest tvåstegslakning

Skaktest med tvåstegslakning är en förenklad lakttest som är billigare och snabbare än kolonnstest. Skaktestet kan användas som en kvalitetskontroll för att t.ex. kontrollera att ett avfalls lakningsegenskaper inte förändrats. Skaktester ger information om vad som skulle kunna laka ut vid en given situation när vatten och fastfas har en L/S-kvot på 2 l/kg respektive 10 l/kg. Metoden passar för de flesta material som kan krossas.

Testet anger utlakbarhet eller tillgänglighet av olika ämnen under rådande testförhållanden. Testet ger däremot ingen information om sammansättning hos de första lakvatten som uppkommer i t.ex. en deponi.

Metoden är uppe för omröstning för att bli en europeisk standard.

6.3.1 Metoden, prEN 12457-3

Ett lufttorkat prov med partikelstorlek mindre än 4 mm skakas med avjoniserat vatten i 2 steg.

- 1) Skakning i 6 timmar där $L/S = 2$ l/kg
- 2) Fortsatt skakning i 18 timmar med nytt avjoniserat vatten där $L/S = 8$ l/kg

Den ackumulerade L/S-kvoten blir 10. Efter filtrering analyseras de två lakvattnen för respektive L/S-kvot.

Innehåller materialet mycket vatten från början, t.ex. slammer, kan man endast laka vid $L/S = 10$ l/kg och då används prEN 12457-2.

Testtiden är sammanlagt 24 timmar.

6.3.2 Användning

Typ av test enligt deponeringsdirektivet	Kvalitetskontroll – nivå 2
Material lämpliga att testa	Oorganiska avfall och annat material som kan krossas. Exempel: bottenaskor, pelleterat material, slammer och övriga askor
Ej lämpligt för	Monolitiska material (gjuten kropp), material med en täthet på mindre än 1×10^{-8} samt på självhärdande material. Ex: vissa flygaskor, lera och stabiliserande material.
Provmängd	Minst 2 kg. Provet krossas så att minst 95% har en partikelstorlek på högst 4 mm.
Följande parametrar är lämpliga att mäta i den utlakade vätskan:	Oorganiska ämnen såsom metaller, klorid, sulfat, fosfor, totalkväve och ammoniumkväve
Mäts och redovisas som:	Utlakad mängd/kg testat prov vid given L/S-kvot.

6.4 Diffusionstest

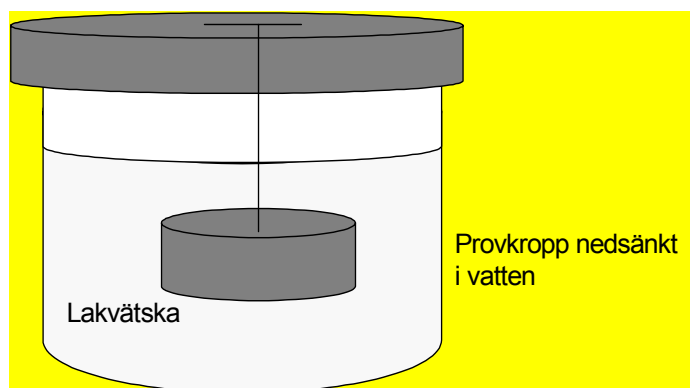
I diffusionstestet undersöks en större provkropp nedsänkt i lakvätska som byts och analyseras vid fastställda tidpunkter. Diffusionstestet mäter den kumulativa utlakningen under 64 dagar i mg/m². Metoden är anpassad för monolitiska (gjutna kroppar) och mycket täta material. Metoden används vid diffusionstyrd utlakning, där uttransporten genom diffusion dominerar över uttransport av flöde genom materialet.

Metoden är en holländsk standard. Ett arbete med att förbereda testet inför europeisk standardisering inom CEN (CEN TC292/WG6) har påbörjats.

6.4.1 Metoden, NEN 7345

Två ostörda prov tas ut där det ena provet bör ha en yta av 75 cm² och den andra kan vara något mindre. Provens vikt och area bestäms. Därefter placeras proverna i en plasttank med avjoniserat vatten som är surgjort till pH 4 med HNO₃. Lakvätskan filtreras och provtas vid vissa bestämda tidsintervaller. Filtratet analyseras.

Lakningen pågår i 64 dagar.



Figur 4. Principskiss för diffusionsförsök

Typ av test enligt deponeringsdirektivet	Grundläggande karakterisering – nivå 1
Material lämpliga att testa	Monolitiska och mycket täta material som man kan tillverka en provkropp av. Exempel: stabiliserande flygaskor, packat slam, asfalt, vissa pelleterade material.
Ej lämpligt för	Jordar och askor som man inte kan göra en provkropp av.
Provmängd	Två ostörda prover där det ena har en yta på minst 75 cm ² .
Följande parametrar är lämpliga att mäta i den utlakade vätskan	Oorganiska ämnen såsom metaller, klorid och sulfat. Eftersom lakvätskan är surgjord med salpetersyra är nitrat inte lämplig att analysera.
Mäts och redovisas som	Utlakad mängd/m ² testat prov uttaget vid given tid. Utlakningsmekanismerna utvärderas. Utlakningen på längre sikt kan beräknas om lakningen från materialet är diffusionstyrd.

6.5 Tillgänglighetstest

Tillgänglighetstestet beskriver den potentiellt utlakbara mängden, d.v.s. den mängd som totalt kan laka ut då kornstorlek, alkalinitet, koncentrationsskillnader eller tid inte begränsar utlakningen. Testet anger lakbarhet på lång sikt. Resultatet brukar användas som övre gräns för möjlig utlakning. Tillgänglighetstest är ett relativt snabbt och enkelt test där provet finfördelas och lakas vid pH 4 och pH 7.

Testet används främst för grundläggande karakterisering av ett material men den kan också användas som kontrolltest och jämföras mot givna nyckelparametrar. Tillgänglighetstest används oftast tillsammans med tester som beskriver utlakningen vid lägre L/S-kvot (kolonntest) och/eller vid L/S 2 och 10 (tvåstegs skaktest).

Två metoder beskrivs där den ena sker i oxiderad miljö.

6.5.1 Metoden, NT ENVIR 003 och 006

NT ENVIR 003 Tillgänglighetstest

Ett torkat och nedkrossat/malt prov (partikelstorlek där minst 95% är mindre än 125 µm) blandas med vatten i två steg:

1. Omrörning i 3 timmar med avjoniserat vatten (L/S 100 l/kg) där pH justeras kontinuerligt till pH 7 med HNO₃. Provet filtreras. I detta första steg utlakas bl.a. oxyanjoner som Mo, As, Sb, Se och V.
2. Den filtrerade massan omrörs på nytt i 18 timmar med avjoniserat vatten som justeras kontinuerligt till pH 4 med HNO₃. Provet filtreras.

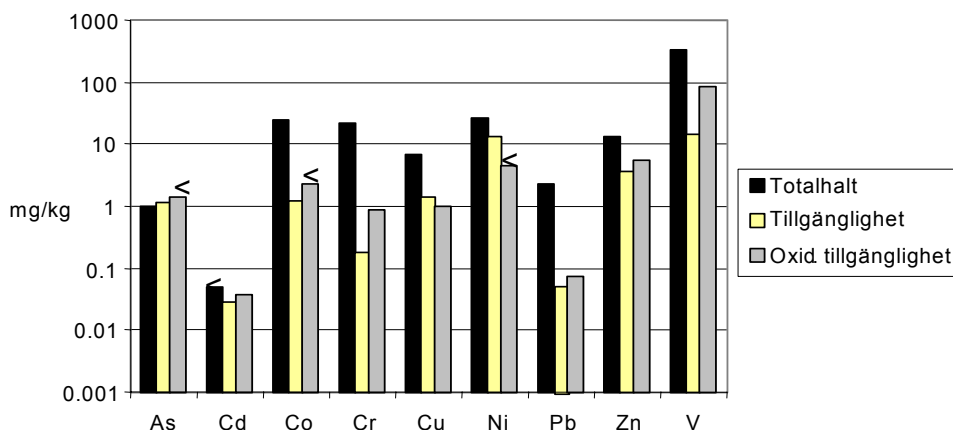
Lakvatten från steg 1 och steg 2 blandas före analys.

NT ENVIR 006 Oxiderad tillgänglighetstest

Metoden är i princip densamma som ovan men här sker allt i en konstant oxiderad miljö genom att väteperoxid tillsätts både i 1:a och 2:a steget. Redoxpotentialen mäts kontinuerligt under hela testet.

6.5.2 Användning

Typ av test enligt deponeringsdirektivet	Används främst som underlag för ett materials grundläggande karakterisering, nivå 1 men kan även användas som kvalitetskontroll, nivå 2.
Material lämpliga att testa	De flesta fasta material som kan krossas och malas. Exempel: bottenaskor, blästersand och slammer.
Ej lämpligt för	Heterogena material, t.ex. jordar med mycket sten, kan ge missvisande resultat.
Provmängd	Minst 2 kg. Provet krossas och mals så att minst 95% har en partikelstorlek under 125 µm.
Följande parametrar är lämpliga att mäta i den utlakade vätskan	Oorganiska ämnen såsom metaller, klorid, sulfat. Kalium och nitrat ger missvisande resultat pga. störningar från pH-justeringen.
Mäts och redovisas som:	Utlakad mängd per kg testat prov.



Figur 5. Exempel på hur man kan redovisa utlakning av metaller med tillgänglighetstest respektive oxiderad tillgänglighetstest jämfört med materialets totalhalt.

6.6 Utlakning vid inverkan av pH

Lakvätskans pH-värde har stor betydelse för hur stor andel av ett ämne som lakas ut från materialet. Många metalljoner t.ex. koppar har ofta låg löslighet vid neutrala förhållanden men får en ökad löslighet när pH-värdet sänks. För oxyanjoner, t.ex. arsenik, är förhållandet det omvända. En del material har själva en buffrande förmåga. Den buffrande förmågan hos material varierar och därför påverkas de olika mycket av pH-förändringar. Nedanstående metoder beskriver hur pH inverkar kvantitativt och kvalitativt på utlakningen av oorganiska ämnen från materialet. Metoderna kan vara ett redskap för att påvisa utlakning på lång sikt för avfall där förändringen i pH har en avgörande betydelse.

Två likvärdiga metoder som båda är inlämnade för prövning till CEN (europeisk standard) rekommenderas.

6.6.1 Metoderna: Två metoder för utlakning vid inverkan av pH

Inverkan av pH på lakning vid kontinuerlig pH-kontroll, jan 2002
(*"Influence of pH on leaching with continuous pH control"*)

I denna metod lakas lätt torkat och krossat material vid konstant pH och en L/S-kvot omkring 10. Provet torkas och krossas till en partikelstorlek på högst 1 mm. I metoden testas 8 delprov vid olika pH inom ett bestämt pH-intervall. Eftersom pH mäts kontinuerligt i provet kan syra/bas automatiskt tillsättas så att pH-värdet hålls stabilt. Justering av pH görs under hela testet.

Utlakningen genomgår 3 stadier:

1. Syra/basreglering: Provet omrörs i 4 timmar och den största pH-förändringen sker
2. Jämviktsperiod: Provet omrörs i 40 timmar så att jämviktsnivå uppstår
3. Verifieringsperiod: Under 4 timmar verifieras jämviktsnivån och endast en marginell mängd syra/bas får tillsättas

Lakvätska från samtliga 8 delprov för respektive pH analyseras.

*Inverkan av pH på lakning där syra/bas tillförs initialt, nov 2001
("Influence of pH on leaching with initial acid/base addition")*

Denna metod liknar den ovanstående men här tillsätter man syra/bas endast vid tre tillfällen inom de första 4 timmarna. För att veta hur mycket som ska tillsättas bestäms materialets neutralisationskapacitet för syra (ANC) och för bas (BNC) utifrån en titrerkurva. I metoden testas 8 delprov vid olika pH inom ett bestämt pH-intervall.

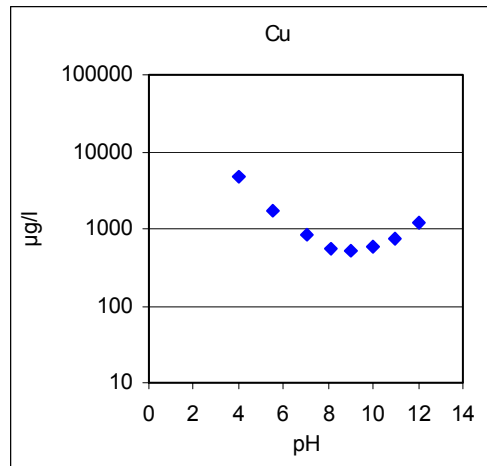
Utlakningen genomgår 3 stadier.

1. Syra/bas tillsats: Under 0-4 tim tillsätts syra alt. bas till provet vid 3 tillfällen och i mängder som bestäms utifrån titrerkurvan.
2. Jämviktsperiod: Provet skakas i 40 timmar så att jämviktsnivå uppstår.
3. Verifieringsperiod: Under 4 timmar verifieras jämviktsnivån och endast marginell förändring av pH får ske.

Lakvätska från samtliga 8 delprov för respektive pH analyseras.

6.6.2 Användning

Typ av tester	Grundläggande karakterisering - nivå 1
Lämplig för	Fasta material som kan krossas Exempel: askor, förorenade jordar, slammer och avsvavlingsprodukter
Ej lämplig för	Monolitiska, stabiliserade och mycket täta material
Provmängd	Minst 1 kg. Vid lakningen används material med en partikelstorlek på högst 1mm för minst 95 % av provet.
Följande parametrar är lämpliga att mäta i den utlakade vätskan	Oorganiska ämnen såsom metaller och andra pH-beroende parametrar.
Mäts och redovisas som	Utlakad mängd/liter testat prov för respektive pH. Redovisas oftast i diagramform.



Figur 6 Exempel på hur man kan redovisa resultat från ett pH-statiskt laktest. Detta visar hur pH inverkar på utlakningen av koppar från ett fast material. Observera att utlakningen är störst vid låga pH. Vid pH 8-10 är koppar hårdast bundet till materialet.

7 Totalhaltsbestämning

För att få reda på ett materials kemiska sammansättning kan man göra olika analyser som ofta benämns totalhalter. Vilken metod som används beror på vilket material som ska testas och vilka ämnen man vill undersöka. Totalhaltsbestämning är ofta en undersökning som är lämplig att inleda karakteriseringsarbetet med. Analysen kan ge en viktig information om vilka ämnen som lämpligen bör analyseras i vattnet från en laktest och om lakning är nödvändig. Visar det sig att halterna från totalhaltsanalys är mycket låga behövs kanske inte någon laktest utföras eftersom totalhaltsbestämning kan sägas utgöra ”värsta fallet”.

Vid totalhaltsanalys upplöses materialet ”totalt” genom en smälta eller ”nästan totalt” genom syraupplösning anpassad för materialet och ämnet som ska analyseras. I en smälta analyseras även innehållet i mineralkornen. För askor, jordar, slam och sediment används olika typer av syraupplösning. Med syraupplösning går löst bundna metaller i lösning medan t.ex. metaller inne i mineralkornen stannar kvar i partiklarna. Graden av upplösning av det fasta materialet beror av vilka syror och vilken koncentration som används. Eventuell återstod avskiljs från provlösningen före analys.

7.1 Syraupplösning

7.1.1 Askor, Metoden ASTM D3683

Vid syraupplösning krossas eller mals ett torkat prov så att partikelstorleken är högst 2 mm. Provet upplutes med syra i slutna teflonbehållare, så kallad bomupplösning. Teflonbehållarna upphettas i mikrovågsugn. Eftersom processen är sluten kan t.ex. flyktiga tungmetaller hållas kvar i provet. För syraupplösning av askor används en blandning av salpetersyra, saltsyra och fluorvätesyra vilket ger en hög grad av upplösning. Provet centrifugeras före analys. Syraupplösning är lämplig för analys av As, Cd, Cu, Co, Ni, Pb, Zn, Hg och S.

7.1.2 Jordar, Metoden SS 028311

Vid syraupplösning av jordar används samma metod som för askor men här löser man upp provet med salpetersyra och väteperoxid.

7.1.3 Slam och sediment, Metoderna SS028150, 028183

För slam och sediment används en metod som ibland kallas för syralakning, SS 028150,028183. Vid syraupplösning av slam och sediment autoklaveras provet tillsammans med 7M salpetersyra vilket ger en partiell upplösning.

7.2 Smältning

7.2.1 Metoden Smältning ASTM D3682

För många grundämnen kan det totala innehållet i materialet bestämmas efter upplösning med en smältmetod, litiummetaboratsmälta. Vid smältning smälts ett torkat prov i en koldegel tillsammans med ett smältmedel, litiummetaborat, vid 1000°C. Den vid avsvälning bildade pärlan löses sedan i utspädd syra och analyseras. Vissa grundämnen som t.ex. Cd, Hg och Pb går förlorade då smältmetoden används.

7.3 Användning av totalhaltsanalyser

Typ av test	Används främst som grundläggande karakterisering - nivå 1 men även som kontrolltest - nivå 2.
Lämplig för	De flesta fasta material t.ex. jordar, gruvavfall, slaggrus och andra askor.
Ej lämplig för	Beror på vilken metod som används. Fråga anlitat laboratorie.
Provmängd	Provmängden varierar med vilket metod som används. Fråga anlitat laboratorie vilka provmängder de kräver.
Följande parametrar är lämpliga att mäta i upplösningen:	Syraupplösning: As, Cd, Cu, Co, Ni, Pb, Zn, Hg och S.Smälta: Oorganiska ämnen förutom Cd, Pb och Hg.
Mäts och redovisas som:	Mängd/kg TS (torrsubstans)

8 Utlakning av organiska ämnen

För att studera utlakningen av *organiska ämnen* finns ännu inga standardiserade metoder. Ett flertal undersökningar finns dock gjorda främst för utlakning av PAH från grövre vägbeläggningsmaterial. Det laktest som framförallt har använts är kolonntestet. Vid utlakning av organiska ämnen måste metoden anpassas för respektive grupp organiska ämnen för att inte nedbrytning eller avgång av flyktiga föreningar ska ske. På bl.a. Statens Geotekniska Institut, SGI, pågår forsknings- och utvecklingsförsök som troligtvis kommer att leda till standardiserade metoder som är anpassade för respektive grupp organiska ämnen.

Vid de undersökningar av PAH från grövre vägbeläggningsmaterial som SGI utfört har man designat kolonnen så att eventuell nedbrytning och avgång av flyktiga föreningar förhindrats. Bl.a. har kolonnen täckts med folie och åtgärder har vidtagits så att inget luftintag sker vid vattenpåfyllningen. Den uppsamlade lakvätskan har centrifugerats istället för att filtreras före provtagning så att inte de utlakade ämnena ska kunna fastna i filtret. I dess försök har undersökningar gjorts av PAH:er och microtoxanalys. (SGI Varia 486 Mellanlagring av asfalt delrapport 4)

På SGI har även utförts lakning av organiska ämnen i bottenaskor från förbränning. Lakvattnet har därefter analyserats med GC-MS-screening. Denna analysmetod ger en semikvantitativ bestämning av ett mycket stort antal ämnen (i gynnsamma fall flera tusen ämnen) Den är därför lämplig att använda när man vill göra en första karakterisering av ett material där man inte känner till de vilka miljöfarliga organiska ämnen som kan förekomma. Efter en sådan screening kan man gå vidare och göra riktade analyser av de mest intressanta ämnena för en mer noggrann haltbestämning. Även dessa undersökningar har hittills varit på forskningsstadiet.

Eftersom det gjorts relativt få lakförsök med avseende på organiska ämnen är jämförelsematerialet litet.

9 Beskrivning av analyser och rikt-/gränsvärden

När man ska avgöra vilka ämnen som ska analyseras bör man tänka på följande:

- Vad är syftet med laktestet? Är det utlakning på kort eller lång sikt man vill studera? Hur ska materialet deponeras (t.ex. vilken deponiklass är aktuell) eller användas (t.ex. för anläggningsmaterial)? Vilka situationer ska bedömas?
- Vilka föroreningar förväntar man sig?
- Finns det gräns- eller riktvärden som man kan jämföra resultatet med?

9.1 Rikt- och gränsvärdeslistor för avfall och förorenad mark

Nedan följer en sammanställning av några relevanta gräns- och riktvärdeslistor för bl.a. deponier och förorenad mark som tagits fram eller håller på att tas fram i Sverige och inom EU. Dessa kan användas som referenser när man tolkar halter från lakteter. Observera dock att det är endast den kommande gränsvärdeslistan för deponi som utgår från utlakade mängder. Övriga haltangivelser för oorganiska ämnen utgår från totalhalter med syraupplösning eller smälta.

Benämning här	Beskrivs i	Syfte	Användning
Gränsvärde deponi	Troligtvis som ändring i NFS 2001:14	Inom ramen för EU:s deponeringsdirektiv håller kriterier för respektive deponiklass på att tas fram. Dessa kommer att meddelas i Naturvårdsverkets föreskrift om deponering avfall. Avfallsdirektivets tekniska kommitté, TAC, beslutar om kriterier på EU-nivå till sommaren 2002. Dessa ska sedan omsättas i svensk lagstiftning. <i>Gränsvärdena föreslås utgå från utlakad mängd vid L/S-kvot 2 och 10. För den grundläggande karakteriseringen föreslås att utlakning från kolonntest används.</i>	Utlakade halter från avfall som ska deponeras får inte överskrida gränsvärdena för respektive deponiklass.
Riktvärde - förorenad mark	SNV 4638 Generella riktvärden för förorenad mark	För att bedöma hälso- och miljörisker med förorenad mark har Naturvårdsverket tagit fram generella riktvärden för 36 toxiska ämnen. Riktvärdena finns utarbetade för 3 typer av markanvändning. Innan de används måste en bedömning göras om förutsättningarna för aktuellt objekt medger att riktvärdena kan användas. <i>Oorganiska riktvärden baseras främst på syraupplösta prover.</i>	Riktvärdeslista för KM=Känslig markanvändning MKM GV = mindre känslig markanvändning med grundvattenkydd MKM= Mindre känslig markanvändning

Riktvärde - SPIMFAB	SNV 4889 Förslag till riktvärden för förorenade bensinstationer	Branschspecifika riktvärden för förorenad mark och förorenad grundvatten på bensinstationer är framtagna för att underlätta bedömningen av hälso- och miljörisker. Riktvärdena är utarbetade för 5 olika markanvändningar, för olika marktyper och för olika markdjup. Innan de används måste en bedömning göras om förutsättningarna för aktuellt objekt medger att riktvärdena kan användas. <i>Oorganiska riktvärden baseras främst på syraupplösta prover</i>	Förslag till riktvärdeslista för KM, MKM GV, MKM enl. ovan samt för PARK parkmark MLU Mark med litet markutnyttjande
Farligt avfall	SFS 2001-1063 Avfallsförordningen	EU:s avfallsförteckning finns nu som en bilaga till den nya avfallsförordningen. Där markeras alla avfall som klassas som farliga med en asterisk *. Kriterierna utgår från materialets farliga egenskaper och hänvisar till substansdirektivet 88/379/EEG samt preparatdirektivet 67/548/EEG. Kriterierna återfinns även i KIFS XX:XX. För vissa avfall t.ex. förorenad jord klassar man avfallet som farligt respektive icke farligt beroende på innehåll av farliga ämnen.	Förteckning över avfall där farliga avfall markeras med asterisk*. I förordningen beskrivs även de farliga egenskaper som gör att ett avfall klassas som farligt.

9.2 Analyser som används för laktester

Av sammanställningen nedan framgår de oorganiska ämnen som finns med på de gräns- eller riktvärdeslistor för att bl.a. deponier och förorenad mark som beskrivits i föregående kapitel. Ämnena som anges som gränsvärden för deponier är föreslagna men ej ännu tagna. Analyser för organiska ämnen är ej ännu fastställda. Observera att riktvärden för oorganiska ämnen för förorenad mark och SPIMFAB anger oftast halter från syraupplösta prover. Några intressanta organiska och toxikologiska analyser som använts vid tidigare, ej standardiserade laktestförsök, anges också.

Parametrar	Metod som ofta används	Gränsvärde deponi (förslag)	Riktvärde förorenad mark*	Riktvärde SPIMFAB*
Oorganiska analyser				
Arsenik, As	ICP-AES eller ICP –MS	X	X*	
Barium, Ba	ICP-AES eller ICP –MS	X		
Kadmium, Cd	ICP-AES eller ICP –MS	X	X*	
Krom tot.	ICP-AES eller ICP –MS	X	X*	
Krom VI, Cr(VI)	ICP-AES eller ICP –MS		X*	
Koppar, Cu	ICP-AES eller ICP –MS	X	X*	
Kvicksilver, Hg	ICP-AES eller ICP –MS	X	X*	
Molybden, Mo	ICP-AES eller ICP –MS	X		
Nickel, Ni	ICP-AES eller ICP –MS	X	X*	
Bly, Pb	ICP-AES eller ICP –MS	X	X*	
Antimon, Sb	ICP-AES eller ICP –MS	X		
Selen, Se	ICP-AES eller ICP –MS	X		

Sammanställning av laktester för oorganiska ämnen
Rapport 5207-1

Zink, Zn	ICP-AES eller ICP –MS	X	X*	
Klorid, Cl	jonkromatograf	X		
Fluorid, F	jonkromatograf	X		
Sulfat, SO ₄	jonkromatograf	X		
Organiska analyser				
Glödgningsförlust, LOI		X		
DOC, löst organiskt kol		X		
Fenol index		X		
TOC, Totalt organiskt kol	SS EN 1484 Standardiserade lakmetoder och jämförande undersökningar saknas.	X		
PAH cancerogena	Standardiserad lakmetod saknas. Undersökts i grövre vägbeläggingsmaterial, tjärasfalt. SGI Varia 486		X*	X*
PAH Summa övriga	Standardiserad lakmetod saknas. Undersökts i grövre vägbeläggingsmaterial, tjärasfalt. SGI Varia 486		X*	
Ekotoxikologiska analyser				
Microtox, akut toxicitet	Standardiserad lakmetod saknas. Undersökts i grövre vägbeläggingsmaterial, tjärasfalt. SGI Varia 486			

* Riktvärde baserat på syraupplösning.

10 Exempel på användningsområden och material där lakteter används för miljöbedömning

I denna rapport har exempel på användningsområde tagits upp då respektive laktest beskrivits. Oftast krävs, som också nämnts förut i rapporten, en kombination av två eller flera lakteter för att kunna bedöma ett materials hälso- och miljörisker. I detta avsnitt listas några olika användningsområden och material där lakteter med fördel kan användas för karakterisering.

Användningsområde	Exempel på material
Deponering av avfall	<ul style="list-style-type: none">• kasserat grus, bergartsmaterial• kasserad sand och lera• avfall från stenhugning• avfallsglas• icke brännbart branschspecifiktavfall• blästersand• oorganiska industrislam• oorganiska filtermassor• bottenaskor• övriga askor• stabiliserade avfall• pelleterat avfall• flygaskor och stoffer• rökgasrening produkter
Anläggningsmaterial	<ul style="list-style-type: none">• bottenaska från förbränningsanläggningar• övriga askor• bergkross• tjärasfalt• vägdikesmassor
Förorenad mark	<ul style="list-style-type: none">• metallhaltiga jordar• avfallsupplag med homogena avfallslag och med låg organisk halt.

11 Exempel på laboratorier som utför laktester

Innan du bestämmer dig för en lakttest är det en fördel att ta kontakt med laboratoriet som ska utföra testet. De kan också oftast ge råd om hur provtagning kan göras på bästa sätt och vilka analyser som kan vara lämpliga.

Här nedan ges exempel på ackrediterade laboratorier som kan utföra eller ombesörja lakttesterna som beskrivits i sammanställningen:

Laboratorier som är ackrediterade för laktester	Adress
SGI	Statens Geotekniska Institut 581 93 LINKÖPING kontaktperson: Britt Aurell 013-20 18 00 e-post: britt.aurell@swedgeo.se
SP Ackrediterade för vissa laktester	Sveriges Provnings och Forskningsinstitut Box 857 501 15 BORÅS kontaktperson: Conny Haraldsson, 033-16 56 65 e-post: conny.haraldsson@sp.se
Laboratorium som kan ombesörja laktester hos ackrediterade laboratorier	
SGAB Analytica	SGAB Analytica Luleå tekniska Universitet 971 87 Luleå 0920-492480kontaktperson: Eva Lidman, 0920-49 24 99 e-post: eva.lidman@sgab.se
AnalyCen	AnalyCen Box 905 531 40 LIDKÖPING kontaktperson: Stefan Sendrup, 044-281113 e-post: stefan.sendrup@analycen.se

Sammanställning av laktester för oorganiska ämnen

Laktester används mer och mer för att miljöbedöma olika fasta material som ska deponeras, nyttiggöras eller efterbehandlas. Denna rapport reder ut begrepp och ger ökad kunskap om och kring laktester samt belyser för vilka tillämpningar och för vilka material de olika testerna är lämpliga.

Rapporten vänder sig till myndigheter, verksamhetsutövare vid avfallsanläggningar samt andra aktörer inom området.