

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



RAPPORT

Manual för bedömning av lakvatten inom Revaq version 2.0

2017-02-23

Upprättad av: Mats Allmyr och John Sternbeck

Granskad: John Sternbeck

2025-09-10

Reviderad av: Anna Wårberg, Revaqsekretariatet, Svenskt Vatten AB

Revidering avser avsnitten 1 Inledning samt 2 Definitioner

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 25-09-10	Manual Slutrapport version 2	

RAPPORT

Manual för bedömning av lakvatten inom Revaq Revaq

Kund

Svenskt Vatten Utveckling
Box 14057
167 14 BROMMA

samt följande organisationer och kommuner:

Avfall Sverige AB
Gryaab, Göteborgs kommun
Käppalaförbundet, Lidingö kommun
Kalmar kommun
Nordvästra skånes vatten och avlopp, Helsingborgs kommun
Trelleborgs kommun
Stockholm Vatten AB, Stockholms kommun
Örebro kommun
Klippans kommun

Konsult

WSP Environmental
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10 7225000
Fax: +46 10 7228793
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se

Kontaktpersoner

Uppdragsansvarig: John Sternbeck, 070-220 9667, john.sternbeck@wspgroup.se
Handläggare: Mats Allmyr
Ombud: Marie Arnér

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 25-09-10	Manual Slutrapport version 2	

Innehåll

1	Inledning	4
2	Definitioner	5
3	Syfte, metodik och prioriterade ämnen	5
3.1	Metodik	5
3.2	Prioriterade ämnen	7
4	Undersökning	8
4.1	Allmän karakterisering	8
4.2	Provtagning	8
4.2.1	Lakvatten	8
4.2.2	Slam	9
4.3	Analyser och kvalitetssäkring	10
5	Beräkna påverkan på slam	12
5.1	Hur används SimpleTreat 3.1?	12
5.1.1	Indata	12
5.1.2	Utdata	15
6	Utvärdera resultat och konsekvenser av utfallet	16
7	Referenser	17
	Bilaga 1. Lågrisknivåer och persistenskriterier	18
	Bilaga 2. Ämnesspecifika parametrar för beräkning i SimpleTreat	21

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 25-09-10	Manual Slutrapport version 2	

1 Inledning

Lakvatten från deponi ska normalt inte vara anslutet till Revaq-certifierade reningsverk. Bortkoppling av lakvatten ska därför alltid vara huvudalternativet och beslut om det ska fattas i reningsverkets/VA-organisationens politiska nämnd eller styrelse.

Nyanslutning av lakvatten efter att certifikat erhållits är inte tillåten.

Aktuellt regelverk för hantering av lakvatten se bilaga "Lakvatten" i gällande Revaqregler.

Deponiägaren är ansvarig för att genomföra den undersökning och utvärdering som preciseras i denna manual. Det bör ske i samråd med det avloppsreningsverk som är berört.

Sammanfattningsvis presenteras ett bedömningssystem för hur lakvatten påverkar slamkvalité som baseras på risk för negativa effekter på hälsa eller miljö. För att inte heller bidra till spridning av särskilt farliga ämnen, där persistens är en särskilt viktig aspekt, finns även en kontroll av relativ påverkan från lakvattnet på slammet för persistenta ämnen.

2 Definitioner

Se gällande Revaqregler

3 Syfte, metodik och prioriterade ämnen

Denna manual ska användas vid individuell prövning av om påverkan från ett visst deponilakvatten som är kopplat till ett reningsverk är tolerabel. Dessa riktlinjer utgör en del i Revaqs regelverk för certifiering av reningsverk.

Det kan finnas andra aspekter kring lakvattens påverkan på kommunala reningsverk, t.ex. om det påverkar reningsverkets recipient. Denna aspekt ingår inte i Revaqs regelverk men beskrivs i underlagsrapporten till denna manual (WSP, 2013).

3.1 Metodik

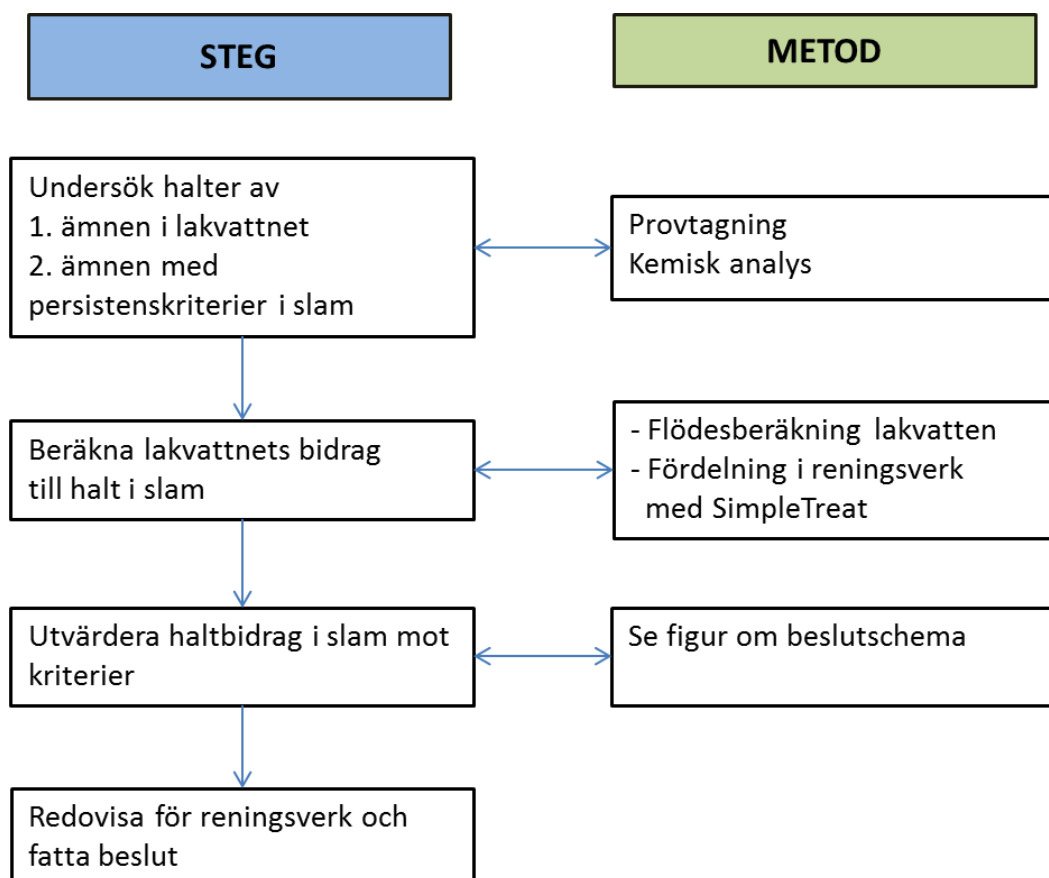
Grundprincipen är att bedöma hur ett lakvatten påverkar reningsverkets slam. Bedömningen avser ett specifikt antal prioriterade ämnen (avsnitt 3.2). Metodiken illustreras i Figur 1. De prioriterade föroreningarna analyseras i det utgående lakvattnet. Därefter beräknas vilket haltbidrag detta ger av respektive förorening i reningsverkets slam. Detta haltbidrag jämförs med uppställda kriterier. Beslutsgången illustreras i figur 2 och kan beskrivas som följande:

Påverkan på slam bedöms vara tolerabel om haltbidraget i slam utgör mindre än 1 % av

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 25-09-10	Manual Slutrapport version 2	

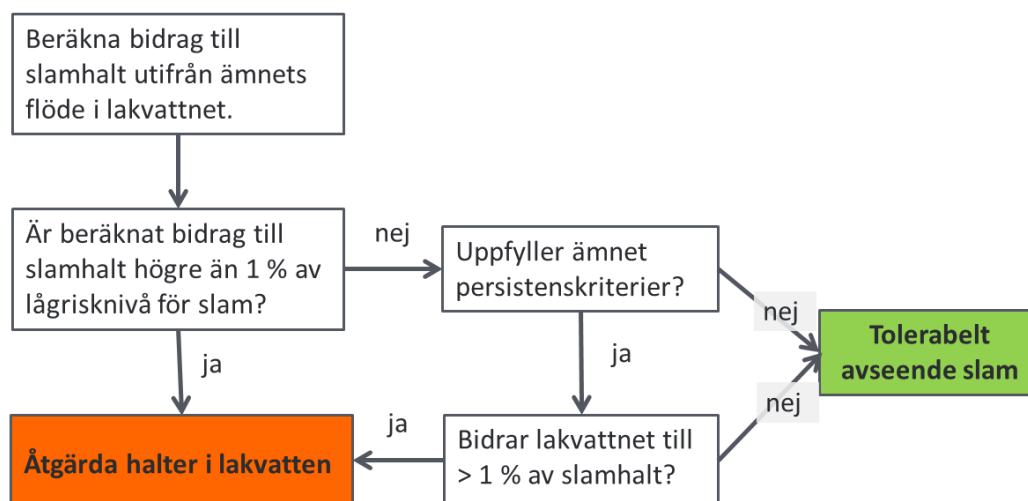
en s.k. lågrisknivå. En lågrisknivå är den halt i slam som inte bedöms utgöra oacceptabla risker för hälsa eller miljö vid långsiktig användning på åkermark (se bilaga 1 samt WSP, 2013). För de ämnen som uppfyller persistenskriterium ska bidraget inte heller utgöra mer än 1 % av uppmätt halt i reningsverkets slam. I båda fallen ska 1% avse den totala påverkan från deponier. Vid flera deponier till ett reningsverk fördelas 1 % av lågrisknivå respektive påverkan på slamhalt mellan deponierna i förhållande till deras individuella vattenflöden in till reningsverket.

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 25-09-10	Manual Slutrapport version 2	



Figur 1. Översikt av den föreslagna metodiken. Den vänstra kolumnen visar de steg som metodiken bygger på och den högra visar genomförande av respektive steg.

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 25-09-10	Manual Slutrapport version 2	



Figur 2. Beslutsschema för bedömning av lakvattens påverkan på slamkvalitet.

3.2 Prioriterade ämnen

Ett antal organiska föroreningar har prioriterats och ska ingå i varje bedömning av lakvatten. Metodik och underlag för ämnesurvalet beskrivs utförligt i WSP (2013). Totalt baseras urvalet på rapporterade halter i lakvatten av fler än 600 ämnen. Huvudsakligen har vi utgått från svenska mätningar. Ett inledande urval av ämnen redovisas i föregående pilotstudie (WSP, 2012), baserat på bl.a. Kjelsen m fl. (2002), Junestedt m fl. (2003), Öhman och Junestedt(2008) samt SWECO (2009). Därefter har sökningen kompletterats med en omfattande lakvattenkaraktisering som Sweco utfört på uppdrag av Naturvårdsverket (SWECO, 2013). Omkring 160 ämnen prioriterades initialt utifrån kriterierna:

- vanlig förekomst eller höga halter enligt tidigare mätningar i lakvatten,
- persistens

Ämnesspecifika data krävs för att kunna beräkna ämnenas fördelning i reningsverk. Efter litteratursökning om ämnesspecifika uppgifter kunde ca 75 ämnen bedömas kvantitativt. Det slutliga urvalet av ämnen som ska ingå i varje karakterisering av lakvatten redovisas i Tabell 1 och är baserat på ett tillkommande kriterium avseende ämnenas fördelning till slam.

Om det vid prövning av en enskild deponi är känt att avfall med andra ämnesgrupper som kan förväntas bindas starkt till slam förekommer kan det finnas behov att komplettera listan. Detta får bedömas i enskilda fall och i dialog mellan reningsverket och deponin. Flera välkända ämnen har dock uteslutits från denna prioritering p g a svag fördelning till slam eller snabb nedbrytning. Vilka dessa ämnen är beskrivs i WSP (2013).

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 25-09-10	Manual Slutrapport version 2	

Tabell 1. Ämnen som ska undersökas och utvärderas samt riskkriterium (LRN för slam).

Ämne	CAS-nr	Ämnesgrupp	Persistens	Riskkriterium
				LRN slam, mg/kg ts
Tri(2-butoxyetyl) fosfat	78-51-3	Organofosfat		650
DEHP	117-81-7	Ftalatester	X	6500
Diisobutylftalat	84-69-5	Ftalatester		20
Diisononylftalat (DINP)	28553-12-0	Ftalatester	X	23000
Dibutylftalat	84-74-2	Ftalatester		1700
PFOS	1763-23-1	Perfluorerat ämne	X	0,12
Antracen	120-12-7	PAH		80
Benzo(a)pyren	50-32-8	PAH	X	28
4-nonylfenol	25154-52-3	alkylfenol		350
BDE-47	5436-43-1	Bromerat flamskyddsmedel	X	440
BDE-99	60348-60-9	Bromerat flamskyddsmedel	X	100
Alifater C16-C35		Oljekolväten		80000

4 Undersökning

4.1 Allmän karakterisering

Vattenflödet ut från deponin eller deponiområdet används i beräkningarna. Det flöde som används ska representera den provpunkt där proven tas, se avsnitt 4.2.1. Vid många deponier eller återvinningsanläggningar följer man detta flöde regelbundet inom ramen för egenkontrollen. Vattenflödet anges i $\text{m}^3 \text{d}^{-1}$, för att enklast kunna användas vid beräkningar i SimpleTreat. Det ska inte tolkas som att mätningen ska ha dygnsupplösning.

Det totala vattenflödet in till reningsverket behöver vara känt (som $\text{m}^3 \text{pe}^{-1} \text{d}^{-1}$), lämpligen för de perioder som prover på lakvatten tas.

4.2 Provtagning

4.2.1 Lakvatten

Lakvatten ska provtas i den ledning eller det flöde som går till reningsverket. Det innebär att prover tas efter eventuell lokal rening vid avfallsanläggningen. Det utgående vattnet består ofta av både deponilakvatten och dagvatten eller processvatten från t.ex. sorteringsytor.

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 25-09-10	Manual Slutrapport version 2	

Målet är att erhålla ett representativt långsiktigt medelvärde på halten av respektive ämne. Tidigare studier har visat på betydande haltvariationer över tid (Öman m fl, 2000a). Därför behöver upprepade prover tas. Om anläggningen har ett större utjämningsmagasin kommer utgående vatten att representera en längre tid. Saknas utjämningsmagasin kan betydligt större tidsmässiga haltvariationer förväntas.

Som riktlinje föreslås följande:

- Inget utjämningsmagasin: 8 prov under ett år
- Utjämningsmagasin med omsättningstid <1 månad: 6 prov under ett år
- Utjämningsmagasin med omsättningstid 1–2 månader: 3 prov under ett år
- Utjämningsmagasin med omsättningstid >2 månader: 2 prov under ett år¹.

Vid för lång tid mellan provtagning och analys finns risk för ämnesförluster via mikrobiellt orsakad nedbrytning eller avgång till luft. Vid en utvärdering av olika konserveringsmetoder för lakvattenprov rekommenderades glasflaskor och konservering med natriumazid (Öman m fl 2000b). Prover bör analyseras så snabbt som möjligt efter provtagning. Om proven inte kommer till lab inom två dygn bör de konserveras.

Alternativt gör man samlingsprov där delproven förvaras frysta, vilket innebär att glasflaskor fylls till ca 2/3 för att de inte ska sprängas. Vi rekommenderar att minst två prov analyseras för att ge ett mått på osäkerheten i det medelvärde som används i beräkningarna. Blandning görs flödesproportionellt.

4.2.2 Slam

Om de persistenta ämnena klarar riskkriterierna (dvs bedömning gentemot LRN) ska lakvattnets bidrag till halt i slam också jämföras med rådande halt i reningsverkets slam (Figur 2). De persistenta ämnena analyseras då i ett samlingsprov av slam från avloppsreningsverket. Samlingsprovet ska bestå av fyra stickprov tagna under ett års tid med ca tre månaders intervall.

Utgående avvattnat slam från reningsverket provtas i glasburk och fryses ned inom ett dygn för att undvika nedbrytning av ämnen som ska analyseras. Glasburkar beställs från det laboratorium som ska anlitas. När fyra stickprover är tagna blandas lika delar av de tinade proverna till ett samlingsprov som skickas till laboratorium för analys. Även sam-

¹Frekvensen kan jämföras med riktlinjerna i Avfall Sveriges deponihandbok (Avfall Sverige 2012), som avser lakvatten men inte specifikt organiska föroreningar. För driftfasen rekommenderas provtagning av föroreningar var tredje månad, och vid efterbehandlingsfas var sjätte månad.

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 25-09-10	Manual Slutrapport version 2	

lingsprovet ska samlas i glasburk tillhandahållen av laboratoriet och ska motsvara den mängd slam som enligt laboratoriet krävs för analyser av ämnena.

4.3 Analyser och kvalitetssäkring

De rapporteringsgränser som bör uppfyllas av anlitat laboratorium anges i Tabell 2.

Erforderliga rapporteringsgränser för lakvatten har beräknats med hänsyn till att bedömningen ska kunna möta Revaqs kriterier avseende haltpåslag i slam som beskrivs i ovanstående kapitel (1 % av LRN och för persistenta ämnen dessutom 1 % av rådande halt i slam). För PFOS och BaP har de teoretiska kraven på rapporteringsgränser inte kunnat tillgodoses av de större kommersiella laboratorierna. För dessa ämnen är de angivna rapporteringsgränserna i stället de lägsta tillgängliga på marknaden. Detta innebär att rapporteringsgränserna för PFOS och BaP är ca 3 respektive 10 gånger högre än de teoretiska kraven.

Konsekvensen av de högre rapporteringsgränserna är att kriteriet gällande haltpåslag om max 1 % av rådande halter i slam i vissa fall kan bli svårt att kontrollera för dessa ämnen. Detta kommer att ges hänsyn vid utvärdering av utfallet av bedömningar av lakvatten inom ramen för Revaq.

Även om man inte i alla enskilda provningar kan säkerställa att belastningen av PFOS och BaP underskrider 1 % av rådande halter i slam, så kommer man kunna säkerställa uppfyllande av kriteriet om haltpåslag om max 1 % av LRN i slam för respektive ämne.

Kvalitetssäkring är alltid viktigt vid analys av organiska föroreningar, då risk för såväl kontaminering som förluster via t.ex. adsorption på kärlväggar föreligger. Anlitade laboratorier ska vara ackrediterade för analysmetoden, alternativt kunna styrka analyskvalitet genom t.ex. certifierade referensmaterial.

Provtagningen kan också orsaka kontaminering och detta problem är generellt större för vattenprov än för slam, pga de lägre föroreningsmängderna i vattenprov. Välkänt är t.ex. ftalater som kan förekomma i plastkärl, tätningar, slangar, hudkrämer och kosmetika (www.kemi.se). Labbet ska kunna visa låga "lab-blanker" och vid ett provtillfälle bör också en fältblank analyseras avseende ftalater. Fältblanken är ett provkärl som labbet fyllt med renat vatten av laboratoriekvalitet. I samband med provtagning av lakvatten öppnar man och stänger denna burk

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 25-09-10	Manual Slutrapport version 2	

Tabell 2. Erforderliga rapporteringsgränser för de ämnen som ska undersökas och utvärderas.
Endast de persistenta ämnena behöver analyseras i slam.

Ämne	CAS-nr	Ämnesgrupp	Rapporteringsgräns	
			lakvatten, ng/l	slam, mg/kg
Tri(2-butoxyetyl) fosfat	78-51-3	Organofosfat	200000	
DEHP	117-81-7	Ftalater	2000	10
Diisobutylftalat	84-69-5	Ftalater	8000	
Diisononylftalat (DINP)	28553-12-0	Ftalater	1000	5
Dibutylftalat	84-74-2	Ftalater	200000	
PFOS	1763-23-1	Perfluorerat ämne	5*	0,005
Antracen	120-12-7	PAH	20 000	
Benzo(a)pyren	50-32-8	PAH	10*	0,01
4-nonylfenol	25154-52-3	alkylfenol	60000	
BDE-47	5436-43-1	Bromerat flamskyddsmedel	7	0,005
BDE-99	60348-60-9	Bromerat flamskyddsmedel	1	0,005
Alifater C16-C35		Oljekolväten	4000000	

*För PFOS och BaP är angivna rapporteringsgränser de lägsta tillgängliga enligt de kommersiella laboratorierna

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 25-09-10	Manual Slutrapport version 2	

5 Beräkna påverkan på slam

Medelhalten av respektive ämne i de analyserade lakvattenproven omräknas till haltbidrag i reningsverkets slam. Denna beräkning genomförs med modellverket SimpleTreat 3.1. SimpleTreat 3.1 är gratis och kan erhållas från författarna till denna manual. Den ursprungliga versionen av detta program beskrivs i Struijs (1996). I avsnitt 5.1 nedan beskrivs hur beräkningen utförs. Reningsverkets dimensioner ska anges enligt Tabell 3. Ämnesparametrar som behövs i beräkningarna anges i bilaga 2.

Tabell 3. Reningsverksparametrar som används vid massbalansberäkningar av ämnen. Schablonvärden överensstämmer med defaultvärden i SimpleTreat 3.1, bortsett från avloppsflöde (SimpleTreat: 200 l/pe/d). I första hand ska värden för det aktuella reningsverket användas.

Reningsverksparameter	Valda schablonvärden för svenska förhållanden	Lokal justering ska göras
Lufttemperatur, °C	15	
Vattentemperatur, °C	15	
Vindhastighet, m/s	3	
Avloppsflöde, l/pe/d	400	X
Personekvivalenter, pe	10 000	X
Slambelastning, kg _{BOD} /kg _{ts} /d	0,15	
Luftning, b (bubblor) / s (ytluftning)	s	X

5.1 Hur används SimpleTreat 3.1?

I detta avsnitt beskrivs indata som behövs för att utföra beräkningar i SimpleTreat 3.1 och hur man avläser de beräknade värden som används i utvärderingen. SimpleTreat 3.1 är uppbyggt i en Excel-fil. Indata ska anges i indatabladet som är benämnt "input" medan beräknade värden avläses i utdatabladet som är benämnt "output".

5.1.1 Indata

I Figur 3 visas indatabladet (input) i SimpleTreat 3.1. Indatabladet består av tre delar:

1. Ämnesspecifikparametrar (physico-chemicalproperties)

Ämnesspecifika parametrar för de ämnen som ska utvärderas är listade i bilaga 2. För de ämnesparametrar där inget värde finns angivet i bilaga 2 ska man lämna parameterfältet i indatabladet tomt. I dessa fall används per automatik defaultvärden i SimpleTreat 3.1.

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 25-09-10	Manual Slutrapport version 2	

2. Reningsverksparametrar (emission scenario)

Reningsverksparametrar som krävs är listade i Tabell 3. För parametrarna avloppsflöde (l/pe/d) (sewageflow), antal anslutna personekvivalenter (numberinhabitants) och luftning (bubble or surfaceaeration) ska justeringar utifrån lokala specifika förhållanden i reningsverket göras.

Under reningsverksparametreringår även kemikaliebelastning i reningsverket (emission rate chemical)². I detta fält anges det dagliga flödet av ämnet i lakvattnet. Flödet anges per dag men ska vara ett långsiktigt representativt värde. Denna parameter är inte listad i Tabell 3 utan måste beräknas för det enskilda fallet. Ämnesflödet beräknas med hjälp av uppmätta halter av ämnet i lakvatten och uppmätt lakvattenflöde (se kapitel 4) enligt formeln:

$$\text{Ämnesflöde (kg/d)} = C_{LV} \times Q_{LV}$$

C_{LV} = ämneskoncentration i lakvatten (kg/l)

Q_{LV} = Lakvattenflöde (l/d)

Vid flera prov beräknas medelflödet som följande:

$$\text{Ämnesflöde} = \frac{\sum(C_{LV} \cdot Q_{LV})}{n}$$

där n är antalet delprov.

3. Biologisk nedbrytning (biodegradation in activatedsludge)

Den parameter som styr nedbrytning för respektive ämne finns listad i bilaga 2 (biologisk nedbrytbarhet). Detta värde ska anges i fältet "k biodeg 1" i underavsnitt "Method 1". Övriga fält för ämnesnedbrytning i "Method 2" och "Method 3" lämnas tomma.

² I detta fall används enbart lakvattnets belastning på reningsverket, eftersom syftet är att beräkna den del av halten i slam som härrör från lakvattnet.

SimpleTreat 3.1 (version, 14 Mar 03)

Characterization of the chemical input

Name compound = hypotheticum

Physico-chemical properties

Molecular weight = [1E+02] g mol⁻¹

K_{ow} = [1E+03] (-)

Vapour pressure = [1E+00] Pa

Solubility = [1E+02] mg L⁻¹

K_s = [1E-20] (-)

K_b = [1E-20] (-)

Henry constant (H) = [1E+00] Pa m³ mol⁻¹

K_p (raw sewage) = [1E+02] L kg_{sew}⁻¹

K_p (activated sludge) = [1E+02] L kg_{sew}⁻¹

table 1:

Sludge loading rate (HRT) and sludge r sedimentation (PS)

SLR [kg_{sew}kg_{sew}⁻¹d⁻¹]

0.04 (low)

0.06 (low)

0.1 (low)

0.15 (medium)

0.2 (medium)

0.3 (high)

0.6 (high)

Emission scenario

T air = [15] centigrade

T water = [15] centigrade

Windspeed = [3] m s⁻¹

Sewage flow = [200] L person⁻¹d⁻¹

Number inhabitants = [1E+04] person

Sludge loading rate (table 1) = [0,15] kg_{sew} kg_{sew}⁻¹ d⁻¹

Bubble or surface aeration: b/s [s] (-)

Emission rate chemical = [1] kg d⁻¹

table 2: chosen operation parameters

Sludge loading rate = 0,15 kg_{sew} kg_{sew}⁻¹ d⁻¹

with primary sedimentation

HRT = 6,9 hr

SRT = 9,2 d

without primary sedimentation

HRT = 10,8 hr

SRT = 9,2 d

table 3:

Concentration in raw the default emission

C total raw sewage=

C dissolved =

C in solids =

Biodegradation in activated sludge

Temperature dependence (y/n) [n] (-)

n

Method 1: estimated from OECD/EU standardized biodegradability tests (USES 2.0)

Assumption: degradation according to first order kinetics with respect to the concentration in the aqueous phase of activated sludge, implying that the chemical adsorbed to solids is not available for biodegradation.

The following values are recommended:

Readily biodegradable, fulfilling 10 d window criterion: range is 1 to 3 hr⁻¹ (TGD-EU: 1 hr⁻¹)

Readily biodegradable, not fulfilling 10 d window criterion: range is 0.3 to 1 hr⁻¹ (TGD-EU: 0.3 hr⁻¹)

Inherently biodegradable in MITI II and within 10 d in the Zahn-Wellens (window = 3 d): range is 0.1 to 0.3 hr⁻¹

Inherently biodegradable: range is 0.01 to 0.1 hr⁻¹ (TGD-EU: 0.1 hr⁻¹)

k biodeg1 = [0] hr⁻¹

0 s⁻¹, T water 15 C

Figur3. Indatablad (input) i SimpleTreat 3.1.

15 (22)

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 2024-06-25	Manual Slutrapport version 2	

5.1.2 Utdata

I Figur 4 visas del av utdatatablet (output) i SimpleTreat 3.1.

För utvärdering av påverkan på slamhalt ska beräknad halt i slam (concentration in combined sludge, se rödmarkering i Figur 4) användas. Utvärderingen av påverkan på slamhalt beskrivs i kapitel 6.

output of SimpleTreat 3.1 (14 Mar 03)			
report of hypotheticum			
including primary sedimentation			
Elimination in the primary settler			
	volatilization	0,2	
	via primary sludge	2,9	
	total	3,1 %	
Elimination in the aerator			
	stripping	0,9	
	biodegradation	0,0	
	total	0,9 %	
Elimination in the solids liquid separator			
	volatilization	0,8	
	via surplus sludge	1,1	
	total	1,9 %	
Total elimination from waste water			
		5,9 %	
Total emission via effluent		94,1 %-----V	
		93,76 % dissolved	
		0,36 % associated	
	balance	100,0 %	
Summary of distribution			
	to air	1,8	
	to water	94,1	
	via primary sludge	2,9	
	via surplus sludge	1,1	
	degraded	0,0	
	total	100,0 %	
Concentrations			
	in air	3,56E-07 g m ⁻³	
	in combined sludge	5,11E+01 mg kg ⁻¹	
	in primary sludge:	4,86E+01 mg kg ⁻¹	
	in surplus sludge:	5,92E+01 mg kg ⁻¹	

Figur 4. Del av utdatatabl i SimpleTreat 3.1. Den rödmarkerade posten utgör slamhalt och ska användas vid utvärdering av enskilda ämnens påverkan på slamkvalitet.

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 2024-06-25	Manual Slutrapport version 2	

6 Utvärdera resultat och konsekvenser av utfallet

Beräknat haltbidrag jämförs med LRN för respektive ämne (Tabell 1). Såsom framgår av Figur 2 kan påverkan på slam ses som tolerabel om haltbidraget är lägre än 1% av LRN. För de persistenta ämnena ska haltbidraget inte heller utgöra mer än 1 % av uppmätt halt i reningsverkets slam. För PFOS och BaP kan haltbidrag om 3 % respektive 10 % av rådande slamhalt tolereras, med hänsyn till de lägsta rapporteringsgränser som finns att tillgå för dessa ämnen (se avsnitt 4.3).

Om påverkan på slam är tolerabel kan lakvattnet förbli anslutet till reningsverket utan föregående rening.

Deponiägaren ska också säkerställa att dessa förhållanden inte förändras över tid. Därför ska kontrollprogram för deponin upprättas med avseende på de aktuella föroreningarna. Syftet är att visa att lakvattenkvalitén långsiktigt uppfyller kriterier för tolerabel påverkan på reningsverket. Provtagningsfrekvens av lakvatten i kontrollprogram kan vara lägre än den vid prövningen (se avsnitt 4.2). Även för kontrollprogrammet gäller att tätare provtagning krävs för anläggningar som saknar utjämningsmagasin. Det långsiktiga kontrollprogrammet begränsas till de av de prioriterade föroreningarna vars säkerhetsmarginal är lägre än en faktor tre³.

Om ett eller flera ämnen medför att påverkan på slam överskrider kriterierna för vad som är tolerabelt ska, inom tre år från det att resultat erhållits, rening införas som ger ett tolerabelt lakvatten.

³Exempel. Dibutylftalat i ett lakvatten motsvarar ett haltbidrag i slam på 8,5 mg/kg. 1% av LRN är 17 mg/kg. Lakvattnet klarar alltså riskkriteriet avseende dibutylftalat men säkerhetsmarginalen är endast $17/8,5=2$. Här krävs då uppföljande mätningar av lakvattnet i ett kontrollprogram.

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 2024-06-25	Manual Slutrapport version 2	

7 Referenser

- Avfall Sverige (2012) Avfall Sveriges deponihandbok. Reviderad handbok för deponering som en del av modern avfallshantering. Rapport 2012:02.
- Junestedt C., Ek M., Solyom P., Palm A., Öman C. och Cerne O. (2003) Karakterisering av utsläpp – Jämförelse av olika utsläpp till vatten, IVL Rapport B 1544.
- Kjeldsen, P., Barlaz, M. A., Rooker, A. P., Baun, A., Ledin, A., Christensen, T. H.(2002) Present and long-term composition of MSW landfill leachate: A review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 32, 297-336.
- SP (2011) Kartläggning av lakvattensituationen hos REVAQ-anmällda avloppsreningsverk. Rapport till Svenskt Vatten.
- Struijs, J.(1996)SimpleTreat 3.0: a model to predict the distribution and elimination of chemicals by sewage treatment plants. National institute of public health and the environment, Bilthoven, Nederländerna, report 719101025.
- Sweco(2009)Organiska riskämnen i lakvatten. Rapport till Naturvårdsverket.
- Sweco (2013) Screening av organiska ämnen i lakvatten. Slutrapport 2013-06-04.
- WSP (2012) Metodik för att bedöma lakvattens betydelse för slamkvalité i reningsverk – pilotstudie.
- WSP (2013) Bedömning av lakvatten inom REVAQ. Förslag på metodik för farliga ämnen.
- www.kemi.se [<http://apps.kemi.se/flodessok/floden/kemamne/ftalater.htm>] tillgänglig 2013-11-05
- Öhman B. ochJunestedt C. (2008) Chemical characterization of landfill leachates – 400 parameters and compounds.Waste management, vol 28 sid 1876 – 1891.
- Öman C., Malmberg M och Wolf-Watz C. (2000a) Handbok för lakvattenbedömning. IVL Rapport B 1354.
- Öman C., Malmberg M och Wolf-Watz C. (2000b) Utveckling av metoder för karakterisering av lakvatten från avfallsupplag. Slutrapport. IVL Rapport B 1353.

WSP, 27 november 2013

John Sternbeck

Mats Allmyr

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 2024-06-25	Manual Slutrapport version 2	

Bilaga 1. Lågrisknivåer och persistenskriterier

Denna bilaga ger en bakgrund till de föreslagna acceptanskriterierna.

Acceptanskriterier

Utgångspunkten inom Revaq är att lakvatten ska kopplas bort från reningsverk för att renas lokalt vid deponin eller avfallsanläggningen. I de fall tillståndsgivande myndighet avslår ansökan om bortkoppling ska det, inom 18 månader från detta, visas om lakvattnets påverkan på reningsverket är tolerabel. Detta kan omformuleras som en fråga: *I vilken grad får ett lakvatten påverka slammet från ett reningsverk?* Detta är i viss mån en fråga om bedömning och policy. Revaq syftar bl.a. till att slammet ska kunna användas på jordbruksmark utan betydande risker. Begreppet "Inga betydande risker" kan allmänt sett preciseras enligt följande:

- 1) human exponering av föroreningar via grödor ska underskrida toxikologiska gränsvärden
- 2) halter i miljön ska underskrida ekotoxikologiska gränsvärden.

Dessa principer har i många studier tillämpats vid riskbedömning av slamanvändning inom jordbruket (t.ex. Jensen m.fl., 2007; Reiss m.fl., 2009; VKM, 2009; Sternbeck m.fl., 2011; Sternbeck m. fl., 2013).

Det finns också skäl att gå längre än ovanstående utgångspunkter:

- Verksamheter ska sträva efter att minimera miljöpåverkan
- Särskilt farliga ämnen ska utfasas ur samhället och utsläpp ska på sikt upphöra, och när det gäller åkermark är persistens en särskilt allvarlig ämnesegenskap
- Det finns osäkerheter behäftade med att bedöma vid vilken nivå som risker är låga respektive betydande
- Samverkanseffekter från olika ämnen kan uppstå, men är svåra att predicera i den verkliga miljön.

Föreliggande arbete är inriktat på att skydda jordbruksmark. Kriterier för vad som är en tolerabel påverkan beskrivs i det följande.

Slam

Jordbruksmarken kan påverkas då slammet används för fosforåterföring. Dels kan upptag av föroreningar i grödor medföra human exponering, och dels kan marklevande organismer ta skada. För en viss slamgiva står risken i direkt relation till halten i slam. Därför har högsta acceptabla halter i slam beräknats för svenska förhållanden i tidigare arbeten (Sternbeck m.fl, 2011, 2013). Värdena har benämnts "lågrisknivåer" (LRN). Riskbedömning och massbalansberäkningar ligger till grund för dessa s.k. LRN-värden som

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 2024-06-25	Manual Slutrapport version 2	

utgör basen för den riskbaserade bedömningen av lakvatten. Hur höga dessa nivåer är beror bl.a. på aktuell slamgiva. Värdena är baserade på en giva om 22 kg P/ha/år eller 0,8 ton slam/ha/år som långsiktigt upprepas vart femte år. För hälsa är gränsen beräknad för högkonsumenter och en livstids exponering, antaget att all exponering via spannmål och rotfrukter härrör från slamgödslad jord. Detta bedöms vara ett konservativt angreppssätt. Gränserna för effekter på markmiljö är beräknade enligt Eus standard-teknik för miljöriskbedömning, vilket bedöms ge en hög säkerhet för varje förorening.

Den konkreta betydelsen av LRN är att om en åker gödslas med slam vart femte år under 100 år, och slammet håller föroreningshalter som inte överstiger LRN, så uppstår inga betydande risker för hälsa eller markmiljö från dessa ämnen. Dock innehåller slam betydligt fler föroreningar än vad som det finns LRN för, och samverkans effekter mellan olika ämnen är också vara svåra att kvantifiera. Det är därför önskvärt att befintliga halter i slam är lägre än LRN.

För det 30-tal organiska föroreningar som utvärderats enligt denna metodik är såväl medelhalter som 90-percentiler i svenskt slam lägre än dessa "lågriksnivåer". Det innebär låg risk för negativa effekter. För många organiska föroreningar är säkerhetsmarginalen mer än 1000-faldig. Detta stämmer väl med studier i andra länder (t.ex. Jensen m.fl., 2007; Reiss m.fl., 2009; VKM, 2009). Eftersom det generellt föreligger en säkerhetsmarginal till LRN kan en viss påverkan på slamkvaliten från lakvatten accepteras ur risksynpunkt.

Principen i detta bedömningssystem är att lakvatten som belastar ett avloppsreningsverk får inteckna en mindre andel av LRN, preciserat som att andelen inte ska överstiga 1%. I de fall som fler deponier belastar samma reningsverk ska lakvatten från anslutna deponier få bidra med ett sammanlagt haltbidrag i slam på högst 1 % av LRN. Graden av påverkan som kan accepteras från varje enskild deponi ska stå i proportion till deponins vattenflöde in till avloppsreningsverket.

En inventering av 17 svenska avloppsreningsverk som tar emot lakvatten visade följande anslutning (SP, 2011):

- 10 ARV hade en deponi
- 6 ARV hade två deponier
- 1 ARV hade tre deponier.

Det har också visats att persistenta organiska föroreningar samt vissa metaller kan upplagras i matjorden efter längre tids upprepade givor. Bevis för detta kommer både från långliggande fältförsök och från teoretiska beräkningar. Långsiktig upplagring strider mot det övergripande målet att inte förorena och är därför en utvärderingsaspekt i sig. Totalt känner vi till ett 30-tal organiska föroreningar som utvärderats för upplagring (VKM, 2009; Sternbeck m.fl. 2011, 2013) och för nästan samtliga dessa är nedbrytning i matjorden den process som reglerar risken för upplagring. Endast för PFOS och två

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 2024-06-25	Manual Slutrapport version 2	

andra perfluorerade karboxylsyror var utlakning den styrande processen. Det ska dock nämnas att uttag via skörd av spannmål inte kunnat utvärderas för alla ämnen.

Vi kan därför generalisera och bedöma risken för upplagring i matjord utifrån respektive ämnes nedbrytningshastighet i jord. Med en giva vart femte år så kommer ämnen med en halveringstid på högst ett år inte att orsaka långsiktig upplagring. I detta sammanhang kan persistens definieras som att halveringstiden i jord är minst ett år. I Kemikalieinspektionens PRIO-databas används kriteriet 120 dygn i jord. Detta kriterium används även inom kemikaliebedömningar inom EU (ECHA, 2012).

Trots att en halveringstid i jord på 120 dygn inte innebär betydande risk för upplagring i scenariot "slam på åkermark" är det lämpligt att följa internationella persistenskriterier. Därför gäller även i detta bedömningssystem 120 dygn.

Revaqss regelverk innehåller principer om att verksamheters utsläpp av alla s.k. utfasningsämnen till reningsverk ska minimeras. Persistens är en av flera kriterier för utfasningsämnen. För att de här föreslagna reglerna för lakvatten inte ska strida mot Revaqsallmänna principer införs ett steg där lakvattnets bidrag till förekomst av persistenta ämnen i slam bedöms. För ämnen som uppfyller persistenskriteriet ska bidraget från lakvatten på halt i slam inte utgöra mer än 1 % av uppmätt halt i reningsverkets slam. Detta är ett utvärderingskriterium som kompletterar det riskbaserade.

I de fall som fler deponier belastar samma reningsverk ska lakvatten från anslutna deponier få bidra med ett sammanlagt haltbidrag i slam på högst 1 % av medelhalten. Graden av påverkan som kan accepteras från varje enskild deponi ska stå i proportion till deponins vattenflöde in till avloppsreningsverket.

Referenser

ECHA (2012) Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Chapter R.11: PBT Assessment.

Jensen J, Smith SR, Krogh PH, Versteeg DJ, Temara A. (2007) European risk assessment of LAS in agricultural soil revisited: species sensitivity distribution and risk estimates. Chemosphere 69, 880-92.

Reiss R, Lewis G, Griffin J. (2009) An ecological risk assessment for triclosan in the terrestrial environment. Environ ToxicolChem 28:1546–56.

Sternbeck J., Blytt L.D., Gustavson K., Frankki S. och Bjergström (2011) Using sludge on arable land – effect based levels and longterm accumulation for certain organic pollutants. Report to the Nordic Council of Ministers. TemaNord 2011:506.

Sternbeck J., Österås, A.H. och Allmyr, M. (2013) Riskbedömning av fosforrika fraktioner vid återförsel till åker- och skogsmark samt vid anläggande av etablerings- skikt. WSP rapport till Naturvårdsverket.

VKM (2009) Risk assessment of contaminants in sewage sludge applied on Norwegian soils. 05/511-22-final VKM, Oslo, Norge.

Uppdragsnr: 10174991	Revaq - bedömning av lakvatten	
Daterad: 2017-02-23 reviderad 2024-06-25	Manual Slutrapport version 2	

Bilaga 2. Ämnesspecifika parametrar för beräkning i SimpleTreat

Ämne	CAS-nr	M (g/mol)	Kow	Ångtryck (Pa)	Vattenlöslighet (mg/l)	Syra-konstant, Ka	Baskonstant, Kb	K _H (Pa m ³ /mol)	Kp primärslam (l/kg)	Kp aktivt slam (l/kg)	Biologisk nedbrytbarhet (h ⁻¹)
tri(2-butoxyetyl)fosfat	78-51-3	399	12600	0,000028	1300			1,2E-06			0
DEHP	117-81-7	391	39800000	1,4E-07	0,27			0,027	13000	13000	1
diisobutylftalat	84-69-5	278	12900	0,00635	6,2			0,12			1
diisononylftalat (DINP)	28553-12-0	419	2,3E+09	7,2E-05	0,2			0,15	28600	28600	0
dibutylftalat	84-74-2	278	79400	0,0027	11			0,18			1
PFOS	1763-23-1	500	n. a.	0,267	370	0,0005		3,1E-09	600	730	0
antracen	120-12-7	178	28200	0,00087	1,3			4,9			0
benso(a)pyren	50-32-8	252	1350000	7,3E-07	0,0016			0,046			0
4-nonylfenol	25154-52-3	220	513000	0,0031	6,4			0,11	2080	2080	0,1
BDE-47	5436-43-1	486	3390000	0,00027	0,050			1,1	300000	370000	0
BDE-99	60348-60-9	565	4370000	4,6E-05	0,028			0,53	300000	370000	0
alifater(C16-35)	Flera olika	367	1,5E+10	7,0E-04	9,1E-09			5,0E+07			1