

Rätt slam på rätt plats

Gunilla Henriksson, Ola Palm, Kent Davidsson

Emelie Ljung, Anna Sager

Rätt slam på rätt plats

Right sludge to the right place

Gunilla Henriksson, Ola Palm, Kent Davidsson, Emelie Ljung, Anna Sager

Projektnummer WR-41

År: 2012

WASTE REFINERY

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 Borås

www.wasterefinery.se

wasterefinery@sp.se

ISSN 1654-4706

Sammanfattning

Föreliggande slutrapport från projektet ”Rätt slam på rätt plats” rör slam med substantiellt innehåll av makronäringsämnen. De slamsorter som behandlas i rapporten är slam från avloppsreningsverk, slam från pappers- och massaindustrin och biogödsel från samrötningsanläggningar. Målet med projektet var att ge vägledning till slamproducenter, slamanvändare och myndigheter så att ett visst slam används på rätt plats utifrån slammets innehåll och vilka krav som ställs för respektive användningsområde. Ett bedömningsverktyg som kan nyttjas för bedömning av hur ett visst slam kan användas togs fram i projektet.

Slamsorterna har identifierats med avseende på mängder och egenskaper. En sammanställning av kriterier, såsom lagstiftning, rekommendationer och certifieringsregler för olika användningsområden, har skapats. Utöver insamling av data från litteratur har synpunkter från sakkunniga (representanter för myndigheter, jordbruk, skogsbruk, vattenrening och materialåtervinning) hämtats in. Bedömningsverktyget har tagits fram och kan användas för att bedöma om ett givet slam uppfyller kriterierna för respektive användningsområde samt för att skapa en översikt över den lagstiftning som finns och dess skillnader mellan olika användningsområden.

En omfattande sammanställning av lagar och certifieringsregler med länkar till källtexten är framtagen. Sammanställningen tjänar, för en slaminnehavare, som en första information om regleringar och förenklar vidare informationssökning. Användning av avloppsslam som gödselmedel inom jordbruk finns reglerat i lagstiftning. Men annan användning av avloppsslam, som t.ex. som komponent vid jordtillverkning, användning som gödselmedel inom skogsbruk, återställning efter gruvverksamhet med flera användningsområden saknar specifik reglering. Andra slamsorter, än slam från kommunala avloppsreningsverk, saknar specifik reglering för användning. För dessa slamsorter tillämpas miljöbalkens hänsynsregler. Bedömningsverktyget jämför ett givet slams egenskaper med lagar och regler och svarar på vad man inte får göra med slammet och vad man möjligen får göra. Vidare får man reda på vilka data som saknas eller inte uppfyller krav enligt en viss reglering. Ett antal parametrar som inte direkt kommer till uttryck i lagar och regler har identifierats: lukt, bränsleanalysparametrar, patogener, främmande kroppar, lakbarhet, organiska föreningar och biocider. Det går inte att fastslå en optimal användning för alla slamsorter eller ens för alla avloppsslam. Snarare är det slammets innehåll tillsammans med lagstiftning och miljömål som måste sammanvägas till en rimlig slutsats om bästa användning.

Det är stor skillnad på sammansättningen mellan olika slamsorter både vad gäller innehåll av organiskt material, vattenhalt, växtnäringssinnehåll, metallhalter m.m. Därför måste varje enskilt slam analyseras för att kunna avgöra hur det kan användas. Lagstiftning saknas helt eller varierar mycket mellan olika slamsorter och användningsområden, något som denna sammanställning tillsammans med bedömningsverktyget tydligt visar på. En nationell gödselmedelslagstiftning skulle behövas som ett komplement eftersom slamregelverket inte är anpassat till alla de övriga produkter som det används för. Genom att styra rätt slam till rätt plats bör användningen blir effektivare, ge mindre miljöbelastning, lägre kostnader samtidigt som slammets inneboende resurser nyttjas. Bedömningsverktyget och denna rapport kan förhoppningsvis vara en hjälp för att nå detta resultat.

Nyckelord: slam, rötrest, avloppsslam, biogödsel, slamanvändning, bedömningsverktyg

Summary

This is the final report of the project “Right sludge to the right place”. The report deals with sludge with substantial content of macronutrients. Sludge types covered by the report are sewage sludge, sludge from pulp and paper industry and digestate from co-digestion plants. The project aims to provide guidance to sludge producers, sludge users and authorities to guarantee that a specific sludge is used in the right place with regard to its content and requirements of respective application area. An assessment tool helping to decide on the right area of application was developed within the project.

Different types of sludge have been identified with respect to amounts and properties. A summary of criteria, such as legislation, recommendations and certification rules for different applications was compiled. In addition to literature research, knowledge from experts (representatives of authorities, agriculture, forestry, water treatment and recycling) was collected. An assessment tool has been developed and can be used to assess whether a given sludge meets the criteria for a certain area of application and to create an overview of existing legislation and its differences between different areas of applications.

An extensive compilation of laws, regulations and certification systems with hyperlinks to the source text was produced. The compilation offers an overview about regulations and simplifies the search of further information. The use of sewage sludge as a fertilizer in agriculture is regulated by law. However, other applications of sewage sludge, such as production of planting soil, use as a fertilizer in forestry, restoration after mining operations and other are not specifically regulated today. Sludge other than sludge from municipal wastewater treatment plants, is not covered by specific regulation with regard to use. These types of sludge are only covered by the rules of consideration of the Environmental Code. The Assessment tool compares the properties of sludge to the legislation. Test results show what cannot be done with sludge and what might be possible to do. Furthermore, one can find information about missing data or if a sludge does not meet the requirements of a particular regulation. A number of parameters that are not directly reflected in legislation and regulations have been identified: smell, fuel analysis parameters, pathogens, foreign bodies, leachability, organic compounds and biocides. It is not possible to neither determine the optimal use of all sludge nor for sewage sludge. Rather, sludge content, legislation and environmental goals have to be weighed for a reasonable conclusion about the optimal application.

Compositions of different sludge types vary a lot both in content of organic matter, moisture, nutrients, metals and other. Therefore, each individual sludge has to be analyzed to determine how it can be used. It becomes obvious from this report and the assessment tool that legislation is missing completely or varies considerably for different sludge types and areas of application. National fertilizer legislation would be needed as a supplement because sludge regulations are not adapted to all areas of application. By steering right sludge to right places, the use becomes more efficient, causes less environmental impact and lower costs at the same time as it will increase resource efficient usage of the sludge. The assessment tool and this report will hopefully be of help to achieve this.

Keywords: digestate sludge, sewage sludge, bio fertilizer, sludge application, assessment tool.

Förord

Projektet har utförts av en projektledningsgrupp tillsammans med en projektgrupp (eg. referensgrupp). Rapporten är sammanställd av projektledningsgruppen utifrån synpunkter som inhämtats från projektgruppen via workshops, telefonmöten, personliga intervjuer och mailkonversationer.

Projektledningsgruppen bestod av följande personer/organisationer:

Anna Sager/SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Emelie Ljung/JTI Institutet för jordbruks- och miljöteknik
Gunilla Henriksson, projektledare/SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Kent Davidsson/SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Ola Palm/JTI Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Projektgruppen bestod av följande personer/organisationer:

Agneta Leander & Maria Eklund/REVAQ och VAK, Avloppskommittén
Anders Finnson/Svenskt Vatten AB
Anders Gustafson & Cecilia Ekvall/Ragn-Sells
Angelika Blom & Inge Johansson/Avfall Sverige
Clas Ribbing/Energiaskor
Hans Winsa/Sveaskog
Jenny Åstrand & Nanna Bergendahl/Renova
Johan Hagström & Anja Lomander/Skogsstyrelsen
Kenneth Sahlén/SLU, Institutionen för skogvetenskap
Lena Blom/Kretsloppskontoret Göteborg Stad
Marianne Gyllenhammar/Stena Metall
Martin Holm & Linda Gårdstam/Naturvårdsverket
Peter Bergkvist/Kemikalieinspektionen
Sunita Hallgren/LRF
Susanne Liljenström/Jordbruksverket

Samtliga påståenden, slutsatser och rekommendationer (kapitel 8, 9 och 10) är författarnas ord och det är inte säkert att hela projektgruppen har samma åsikt som dessa.

Projektet har finansierats av Waste Refinery samt genom projektgruppens egen tid i form av naturinsatser.

Ett stort TACK till projektgruppen som bidragit med kloka ord, egna åsikter, kunskaper och ett mycket bra samarbete!

Borås, april 2012
Gunilla Henriksson

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	V
FÖRORD	VII
1 INLEDNING	1
1.1 PROBLEMBESKRIVNING	1
1.2 SYFTE OCH MÅL	1
1.3 AVGRÄNSNINGAR	2
2 BAKGRUND	3
2.1 SLAMSORTER	4
2.1.1 Biogödsel från samrötningsanläggningar	5
2.1.2 Slam från kommunala avloppsreningsverk	10
2.1.3 Slam från skogsindustri – pappers- o massaindustrin	16
2.2 ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN FÖR SLAM	18
2.2.1 Slam som gödselmedel inom jordbruk	18
2.2.2 Slam som gödselmedel inom skogsbruk	20
2.2.3 Slam till förbränning	20
2.2.4 Slam för deponitäckning	22
2.2.5 Slam för täckning av gruvavfall	24
2.2.6 Slam till jordtillverkning	24
2.3 FÖRORENINGAR I SLAM OCH MILJÖN	24
2.3.1 Önskade organiska föreningar	25
2.3.2 Läkemedel etc.	25
2.3.3 Tungmetaller – Kadmium	25
2.4 END OF WASTE – KRITERIER FÖR NÄR AVFALL UPPHÖR ATT VARA AVFALL	26
3 METOD	28
4 LAGSTIFTNING OCH REKOMMENDATIONER	29
4.1 ALLMÄNT	29
4.1.1 Generationsmål och miljö kvalitetsmål	30
4.1.2 Miljöbalken (SFS 1998:808)	31
4.1.3 ABP-lagstiftningen – förordning (EG) nr 1069/2009 och förordning (EU) nr 142/2011	32
4.1.4 Naturvårdsverkets förslag till ny förordning för avloppsfraktioner, 2010	34
4.1.5 Certifieringssystem	37
4.2 JORDBRUKSANVÄNDNING	37
4.2.1 Allmänt jordbruksmark – SJVFS 2004:62	39
4.2.2 Slutprodukt innehållande avloppsslam – SNFS 1994:2, SFS 1998:944	41
4.2.3 Frivilliga certifieringssystem	43
4.3 SKOGSANVÄNDNING	48
4.3.1 Miljöbalken och Skogsvårdslagstiftningen	49
4.3.2 Skogsstyrelsen allmänna råd	49
4.3.3 Skogsstyrelsens Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring	51
4.3.4 Naturvårdsverkets förslag till ny förordning för avloppsfraktioner, 2010	53
4.4 FÖRBRÄNNING	53
4.5 DEPONERING OCH TÄCKNING AV DEPONIER	54
4.6 GRUVTÄCKNING	57
4.7 ANLÄGGNING SJÖ	58
4.8 ÖVRIGA PARAMETRER UTÖVER LAGSTIFTNINGEN	61
5 SAMHÄLLSEKONOMISKA ASPEKTER	62
6 BEDÖMNINGSVÄRKTÖG	65
7 RESULTATANALYS	66
7.1 LAGSTIFTNING OCH BEDÖMNINGSVÄRKTÖGET	66
7.2 ÖVRIGA PARAMETRER UTÖVER LAGSTIFTNINGEN	67

7.3	LÄKEMEDEL OCH OÖNSKADE ORGANISKA ÄMNEN	67
7.4	ANALYS AV SLAM	69
7.5	SAMHÄLLSEKONOMISKA ASPEKTER	70
7.6	GRUVTÄCKNING	70
7.7	SUBSTRATETS PÅVERKAN PÅ RÖTRESTEN	71
8	SLUTSATSER	73
9	REKOMMENDATIONER OCH ANVÄNDNING	75
10	REFERENSER	77

BILAGOR

Bilaga A, Maxtillförsel till jordbruksmark av prioriterade spårelement enligt REVAQ

Bilaga B, Övriga parametrar utöver lagstiftningen

Definitioner

Avsvärtningsslam/ returfiberslam	Avsvärtningsslam kommer från avskiljning av trycksvärtan vid returpapperstillverkning. Ett avsvärtningsslam har en något högre kolhalt än andra slam, vilket kommer ifrån trycksvärtan. Slammet innehåller returfibrer tillsammans med trycksvärta, bstrykningskemikalier och fyllmedel.
Biogödsel	Biogödsel kallas den rötrest som bildats vid framställning av biogas i en samrötningsanläggning.
Biologiskt eller kemisk slam (Skogsindustrin)	Uppstår vid biologiskt eller kemisk rening av avloppsvattnet.
Bionäring	Torkat organiskt slam/rötrest som är vidarebearbetat, pelleterat, granulerat eller liknande tills en TS-halt > 90 % erhålls. Eventuell även tillsats av kväve eller andra näringsämnen, med totalkvävehalt > 3 % (för att säkerställa en positiv trädutväxteffekt). Övre gränsvärden för halter av tungmetaller och syntetiska organiska ämnen ska vara lika som för slam som används på jordbruksmark. Ska minst uppfylla behandlingskraven för hygieniseringsklass A i Naturvårdsverkets förslag för användning av avloppsfractioner (se kapitel 4.1.4).
Bioslam	Slam från biologisk rening. 0,5-2% TS. Kan även kallas sekundärslam. Svårare att avvattna och förtjocka än primärslam [1].
Blandslam	Slam från kombinerade reningsmetoder, t ex direkt fällning (primärslam + kemslam) eller simultanfällning (bioslam + kemslam) eller slam från olika reningssteg som behandlas gemensamt [1].
Certifierad biogödsel	Biogödsel som är certifierad enligt Certifierad återvinning SPCR 120.
Fiberslam/primärslam (Skogsindustrin)	Avskiljs mekaniskt från avloppsvattnet oftast genom sedimentering. Slammet består till stor mängd av fibrer, men även barkpartiklar, sand och fyllnadsmedel [1].
Kemslam	Slam från kemisk rening. Beroende på använt fällningsmedel bildas: aluminiumslam, järnslam, kalkslam. Kemikalietillsatsen ökar slammängden och vanligen även volymen.
Rötrest	Den fasta, flytande eller slamformiga produkt som bildas efter rötning och som innehåller vatten, icke nedbrutet material, näringsämnen och mikroorganismer (biomassa).

Samrötningsanläggning	En samrötningsanläggning är en biogasanläggning där råvaran består av flera olika typer av substrat (organiskt avfall), dock ej substrat från VA-sektorn som till exempel slam från avloppsreningsverk.
Slam från certifierat avloppsreningsverk	Slam som producerats vid ett REVAQ- certifierat avloppsreningsverk.
Slam från kommunala avloppsreningsverk	Slam som uppkommer vid rening av avloppsvatten från hushåll eller tätorter, eller från andra reningsverk som behandlar avloppsvatten med liknande sammansättning. Infattar både rötat och icke rötat slam.
Växtnäringsämnen	De grundämnena som växterna behöver för normal utveckling. De växtnäringsämnen som behövs i störst mängder och som ofta behöver tillföras i form av gödselmedel är kväve (N), fosfor (P) och kalium (K).

1 Inledning

1.1 Problembeskrivning

Idag diskuteras slammets roll och användningsområden hos myndigheter, branschorganisationer och miljöorganisationer. Allt som oftast framkommer det motstridiga åsikter mellan uppsatta miljömål och hur slammets används. En av alla orsaker till detta är att slam och dess egenskaper och innehåll varierar inom mycket vida ramar. Begreppet slam täcker in en mängd material med sinsemellan mycket olika egenskaper. Slam förekommer oftast som avfall/biprodukt från någon verksamhet (exempelvis avloppsrening, massafabrik, pappersbruk, biogasanläggningar). Slam är vanligtvis en kostnadskrävande biprodukt som det kan vara svårt att hitta en långsiktigt hållbar användning för. Med begreppet "slam" avses i detta projekt; en organisk restprodukt med substantiellt innehåll av makronäringsämnen kväve, fosfor eller kalium. I detta projekt används slam som samlingsnamn för alla sorters slam som uppkommer vid biologisk behandling av organiska material. Andra namn för slam i andra sammanhang kan vara rötrest, avloppsslam, bioslam etc.

Att hitta lämplig användning för slam är inte alltid en självklarhet men nödvändigt för verksamhetens uthållighet. Exempel på möjliga användningsområden för slam idag är deponitäckning, användning som gödselmedel på åker och i skog, kemikalieåtervinning, samförbränning och tillverkning av anläggningsjord. Förbränning kan antingen ses som destruktion eller energiåtervinning. Destruktion om slammet är fuktigt och energiåtervinning om slammet är torrare. Torrt slam kan används som ersättning för kol vid exempelvis cementtillverkning. Valet av användningsområde påverkas av miljömål och krav som sätts av samhället, branschorgan m.fl. Att identifiera förorenade slamsorter är viktigt för att hindra spridning av oönskade ämnen i ekosystemet.

Idag finns ingen sammanhållen bedömning av olika slamsorters användning med hänsyn till slammets egenskaper och användningsområdets krav. Det är därför nödvändigt att skaffa en sammanhållen bedömning för slam för att kunna jämföra olika användningsalternativ som finns att tillgå. Att klarlägga användningen ur ett miljöperspektiv är önskvärt för att på så vis uppnå en uthållig resurshantering.

För att möjliggöra en mer hållbar och effektiv användning av slam behövs en kartläggning av vilka olika slags slam och slammängder som uppkommer i samhället och vilka krav som möjliga användningsområden ställer på dessa. Vidare finns det behov av ett verktyg där olika slams egenskaper och deras lämplighet för vidare användning kan jämföras på faktabaserad grund, vilket idag saknas.

1.2 Syfte och mål

Syftet med projektet är att ta fram kunskap och verktyg så att användning av olika sorters slam kan ske på ett för samhället mer hållbart och effektivt sätt med avseende på miljö, ekonomi och resursanvändning.

Projektets mål är att ge vägledning till slamproducenter, slamanvändare och myndigheter så att ett visst slam används på rätt plats utifrån dess innehåll och utifrån vilka krav som ställs för respektive användningsområde.

I projektet tas fram ett bedömningsverktyg som kan nyttjas för bedömning av hur ett visst slam ska användas på ett hållbart sätt. Bedömningsverktyget ska vara möjligt att kontinuerligt uppdatera allteftersom mer kunskap om olika slamegenskaper uppkommer.

Delmål

- Identifiera olika sorters slam och dess egenskaper samt mängder och var de geografiskt uppkommer,
- fastställa idag kända parametrar och krav som påverkar möjlig användning av slam,
- sammanställa gällande lagstiftning och miljömål som har bäring på slamanvändning,
- föreslå lämpliga åtgärder så att en hållbar användning av slam ökar i samhället samt ange områden inom vilka kunskap saknas.

1.3 Avgränsningar

Projektet begränsas till slam som uppkommer i Sverige. De slam som ingår i studien är olika sorters slam som uppkommer från pappers- och massabruk, slam från avloppsreningsverk och biogödsel från samrötningsanläggningar. Dessutom ingår certifierad biogödsel och slam från certifierade avloppsreningsverk. Några slamanalyser har inte genomförts i projektet.

2 Bakgrund

Enligt Nationalencyklopedin [2] är slam *”klibbig, slemaktig blandning av vatten och finkornigt material, halvflytande till plastisk. Slam kan även vara ett löst sediment bestående av ler eller silt och vatten. Slam kan också bildas vid olika tekniska processer, t.ex. vid rening av avloppsvatten.”*

Projektet ”Rätt slam på rätt plats” fokuserar på slam som förekommer som avfall/biprodukt från någon verksamhet som behandlar organiskt material (exempelvis avloppsreningsverk, massafabrik, pappersbruk, biogasanläggningar). Med begreppet slam avses i detta projekt slam med substantiellt innehåll av makronäringsämnen kväve, fosfor och kalium. Slam används i rapporten som samlingsnamn för alla sorters slam som uppkommer vid biologisk behandling av organiska material. Specifika namn för slam i andra sammanhang kan vara; rötrest, avloppsslam, bioslam etc. Det finns inte ett slam som är det andra likt. Sammansättningen i slam varierar beroende på vilka substrat/material eller vilket vatten det är som har behandlats och behandlingsprocessens utformning.

Sammansättningen av slam från avloppsreningsverk beror på vilka verksamheter som finns anslutet till reningsverket och utformningen på avloppsvattenreningen. Ett avloppsreningsverk har som funktion att bryta ned organiskt lättnedbrytbart material, ta bort partiklar, avdöda mikroorganismer, fälla ut fosfor och avlägsna kväve för att dessa näringsämnen inte ska orsaka övergödning i recipienten. Ett avloppsreningsverk kan således inte separera ut tungmetaller som kommer in tillsammans med det inkommande vattnet, de flesta metaller sitter ofta fast på partiklar när de anländer till reningsverket och följer därför med ut med slamfasen eller med det utgående vattnet. Sammansättningen i slam från avloppsreningsverk speglas av vilka verksamheter och flöden som finns anslutna, såsom industrier, biltvättar, lakvatten från deponi, dagvatten etc. Vidare påverkas slammet av vilket ansvar anslutna hushåll och industrier tar för att inte förorena det vatten som ska till reningsverket för kväve och fosforrening samt reduktion av syreförbrukande ämnen (organiskt material). Avloppsreningsverk som anslutit sig till Svenskt Vattens certifieringssystem REVAQ [3] förbinder sig att arbeta aktivt med att förbättra slamkvaliteten. I detta arbete ingår till exempel utfasning av PRIO-ämnen (utfasningsämnen och prioriterade riskminskningsämnen) hos anslutna verksamheter.

Kvalitet på slam från biogasanläggningar beror på inkommande substrat till biogasanläggningen. Biogasanläggningar är oftast samrötningsanläggningar där substrat som till exempel gödsel, utsorterat matavfall, slakteriavfall, restprodukter från livsmedelsproduktion och processindustrin rötas. Normalt fås en rötrest som håller mycket god kvalitet, men en biogasanläggning kan också ansamlas oönskade ämnen som ej bryts ned varför rötresten är helt beroende på vilka substrat som rötas. Substratets innehåll av föroreningar koncentreras i rötresten. Exempel på källor som kan orsaka höga metallhalter i slammet kan vara svingödsel (zink) och restprodukter från potatis (kadmium). Substrat med högt biogasutbyte efterfrågas på de flesta biogasanläggningar och det är inte sällsynt att fokus ligger på att få bästa kvalitet på rötrest, speciellt som ekonomiska aspekter är involverade.

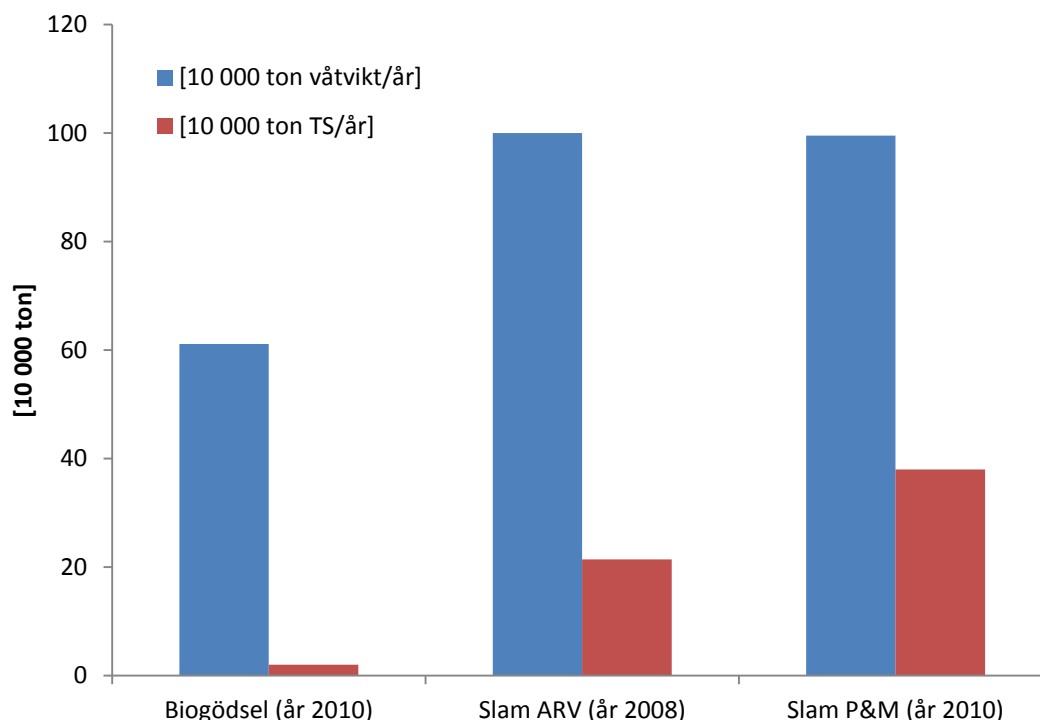
Vid pappers- och massaindustrin uppkommer också slam (avsvärtningslam, bioslam från biorening, fiberslam). Slammets innehåll och egenskaper beror också här på ingående

komponenter i ursprungsmaterialet och använda kemikalier vid pappers- eller massaproduktionen samt utformningen av processen. Halterna av tungmetaller i fiber- och bioslam skiljer sig inte speciellt från avloppsslam eller rötrest. Däremot innehåller fiber- och bioslam inte så mycket näringsämnen som de övriga slamsorterna.

2.1 Slamsorter

Projektet behandlar tre olika slamsorter; biogödsel från samrötningsanläggningar, slam från kommunala avloppsreningsverk och slam från skogsindustri –pappers- och massaindustri. Skogsindustriella slam delas upp i typerna fiberslam, kemslam, bioslam och avsvärtningsslam. Biogödsel från samrötningsanläggningar och slam från kommunala avloppsreningsverk kan certifieras utifrån frivilliga certifieringssystem. Så väl mängd, kvalitet och användningsområde varierar för de olika slamsorterna som projektet behandlar. Slammen som redovisas i rapporten uppkommer i hela Sverige. I Figur 1 åskådliggörs uppskattade årliga mängder av slamsorterna som behandlas i projektet. Observera att mängderna (i Figur 1) inte har ursprung från samma år samt att följande antaganden ligger till grund för mängderna redovisade i figuren:

- Mängden biogödsel från samrötningsanläggningar i ton våtvikt per år är från 2010 [4]. Medelvärde för TS-halten från 10 samrötningsanläggningar år 2009, 3,3 % (Tabell 2) [5], har använts för att beräkna mängden biogödsel från samrötningsanläggningar i ton TS per år utifrån mängden biogödsel från samrötningsanläggningar år 2010 i ton våtvikt per år [4].
- Mängderna för slam från avloppsreningsverk (Slam ARV) härstammar från två olika referenser, där mängden slam från kommunala avloppsreningsverk i ton TS per år är från år 2008 [6] och mängden i ton våtvikt per år är en årlig uppskattning [7].
- Mängden slam från pappers- och massaindustri (Slam P&M) är en sammanslagning av mängden fiberslam, kemslam, bioslam och avsvärtningsslam från år 2010 [8]. Medelvärde på TS-halten för fiberslam, kemslam, bioslam respektive avsvärtningsslam (se Tabell 10) har använts för att uppskatta mängden slam från pappers- och massaindustri uttryckt i ton våtvikt per år.



Figur 1 Uppskattade årliga mängder av de tre slamsorterna som behandlas i projektet – biogödsel från samrötningsanläggningar, slam från avloppsreningsverk samt slam från skogsindustri –pappers- och massaindustrin. Ursprunget till mängderna härstammar från referens [4], [5], [6], [7] och [8] enligt vissa antaganden som beskrivs i punktform ovanför figuren.

Figure 1 Estimated annual quantitie of the three types of sludge dealt with in the project - digestate from co-digestion plants, sewage sludge and sludge from the pulp and paper industry. The amounts derived from references [4], [5], [6], [7] and [8] under certain assumptions as described above the figure.

2.1.1 Biogödsel från samrötningsanläggningar

Biogödsel är rötrest som har bildats vid framställning av biogas i en samrötningsanläggning. I en samrötningsanläggning tas olika typer av organiskt avfall emot, men inga substrat från VA-sektorn, som till exempel slam från avloppsreningsverk, är tillåtet att ta in i en samrötningsanläggning. Organiskt avfall innehåller både energi och växtnäring. De substrat (organiskt avfall) som kan tas emot i en samrötningsanläggning är till exempel gödsel, slakteriavfall, matavfall från hushåll och butiker, restprodukter från livsmedelsindustri och processindustri. Biogödsel innehåller organiskt material och näringsämnen, men kan även innehålla spår av tungmetaller.

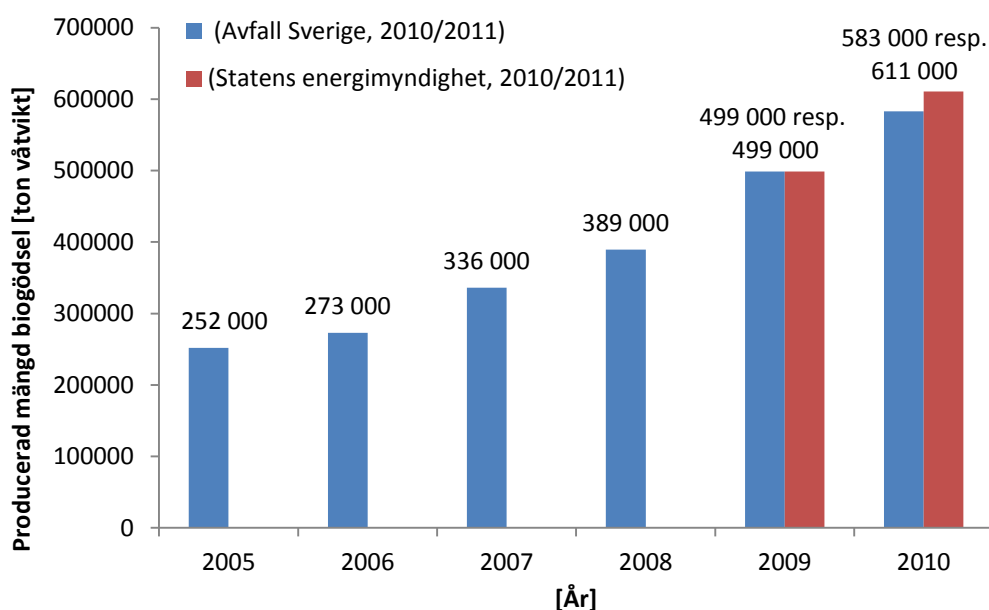
Biogödsel från samrötningsanläggningar kan certifieras enligt Avfall Sveriges certifieringssystem, Certifierad återvinning SPCR 120 Biogödsel [9], så kallade certifierad biogödsel (se vidare i Kapitel 4.2.3.1). Certifieringen ger en kvalitetsmärkt produkt och dess syfte är att öka kundens förtroende för produkten och att förbättra användningsmöjligheterna för produkten.

År 2010 fanns det 18 samrötningsanläggningar i Sverige¹, varav 10 av dessa producerade certifierad biogödsel [4].

I följande beskrivning över biogödsel från samrötningsanläggningar görs ingen uppdelning mellan samrötningsanläggningar som producerar certifierad alternativt ej certifierad biogödsel. Orsaken är att en uppdelning inte skulle ge en tillräckligt representativ information om kvalitet och skillnad mellan certifierad och ej certifierad biogödsel. Samtidigt återförs drygt 90 % av biogödseln till jordbruket [4][10] vilket gör att totala mängden och kvaliteten av biogödsel från samrötningsanläggningar är av intresse. Av all biogödsel som används i jordbruket är cirka 90 % certifierad [11].

2.1.1.1 Producerad mängd

Mängden producerad biogödsel har ökat under de senaste åren och mängden skiljer sig också något mellan olika referenser (Figur 2). Enligt Statens energimyndighet [4][10] producerades det cirka 611 000 ton biogödsel (våtvikt) från landets samrötningsanläggningar under år 2010 [4] och under 2009 producerade landets samrötningsanläggningar cirka 499 000 ton biogödsel (våtvikt) [10].



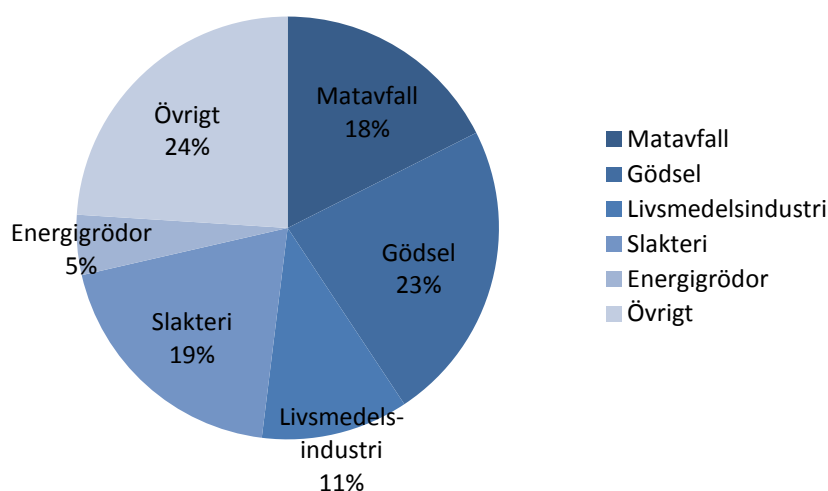
Figur 2 Mängd producerad biogödsel under åren 2005-2010. De blå staplarna redovisar data från Avfall Sverige [13] [14], de röda staplarna redovisar data från Statens energimyndighet [4][10].

Figure 2 Amount bio-fertilizer produced in the years 2005-2010. The blue staples represent data from Avfall Sverige (Swedish Waste Management) [13] [14], the red staples represent data from Statens energimyndighet (Swedish Energy Agency) [4][10].

¹ Antalet samrötningsanläggningar var år 2009 21 stycken, varav 10 producerade certifierad biogödsel [10]. Orsaken till minskat antal samrötningsanläggningar år 2010 är en ny klassificering av samrötningsanläggningar [4]. Information hämtad från Statens energimyndighet rapport ES 2011:07 Produktion och användning av biogas år 2010.

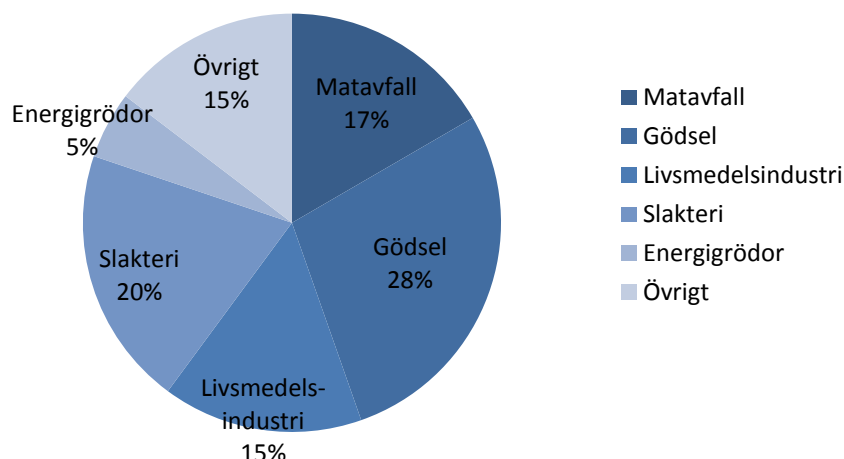
2.1.1.2 Inkommande substrat och kvalitet

Biogödselns kvalitet beror på vilka substrat som samrötningsanläggningen tar emot. För en överskådlig bild över inkommande substrat brukar substraten delas upp i kategorierna gödsel, slakteri, källsorterat matavfall från hushåll, livsmedelsindustri och övrigt. Förutom dessa kan också kategorin energigröda tillkomma. År 2010 tog landets samrötningsanläggningar emot totalt cirka 591 000 ton substrat (våtvikt) och år 2009 tog landets samrötningsanläggningar emot totalt cirka 559 000 ton substrat (våtvikt). Fördelningen av inkommande substrat till landets samrötningsanläggningar (certifierade och ej certifierade) under år 2010 och 2009 redovisas i Figur 3 och Figur 4.



Figur 3 Fördelning av inkommande substrat till landets 18 samrötningsanläggningar år 2010 [4]. Totalt tog samrötningsanläggningarna emot cirka 591 000 ton våtvikt. Kategorin Slakteri inkluderar verksamhetsslam.

Figure 3 Distribution of incoming substrates to Sweden's 18 co-digestion plants in 2010 [4]. The co-digestion plants received about 591 000 tonnes wet weight. The category Slakteri (slaughterhouse) includes operation sludge.



Figur 4 Inkommande substrat till landets 21 samrötningsanläggningar år 2009 [10]. Totalt tog samrötningsanläggningarna emot cirka 559 000 ton våtvikt. Kategorin Slakteri inkluderar verksamhetsslam. Värdet för Energigrödor är insamlat utanför Avfall Sveriges rapporteringssystem, till skillnad från övriga uppgifter, och kan därmed vara missvisande [10].

Figure 4 Distribution of incoming substrates to Sweden's 21 co-digestion plants in 2009 [10]. The co-digestion plants received about 559 000 tonnes wet weight. The category Slakteri (slaughterhouse) includes operation sludge. Data for energigrödor (energy crops) was gathered outside Avfall Sverige's (Swedish Waste Management) reporting system, unlike the other data, thus can be misleading [10].

Nedan redovisas kvaliteten på producerad biogödsel från 10 samrötningsanläggningarna (certifierade och ej certifierade) år 2009 (Tabell 1, Tabell 2).

Tabell 1 Kvalitet på biogödsel från 10 samrötningsanläggningar (certifierade och ej certifierade) år 2009 [5]. Inkommande substrat till de 10 anläggningar fördelades mellan 13 % matavfall från hushåll, 24 % gödsel, 15 % livsmedelsindustri, 30 % slakteri och 18 % övrigt.

Table 1 Quality of digestate from 10 co-digestion plants (certified and noncertified) in 2009 [5]. The share of incoming substrate to the 10 sites was 13% food waste from households, 24% manure, 15% food, 30% slaughter and 18% other.

	TS-halt [%]	Fosfor [g/kg TS]	Kväve [g/kg TS]	NH ₄ -N [g/kg TS]	Kadmiumfosforkvot [mg Cd/kg P]
Medelvärde	3,3 (3,3')	16,1	145	92,6	15,6 (15,3')
Max	5,7 (6,7')	21,3	182	118	21,7 (23,6')
Min	1,7 (1,6')	12,0	105	75,0	7,3 (6,4')

¹ Kvalitet på biogödsel från 8 samrötningsanläggningar (certifierade, i kvalifikationsåret samt en som visat intresse för kvalifikationsåret) år 2010 [15].

Tabell 2 Innehållet av metaller i biogödsel från 10 samrötningsanläggningar (certifierade och ej certifierade) år 2009 [5]. Inkommande substrat till de 10 anläggningar fördelades mellan 13 % matavfall från hushåll, 24 % gödsel, 15 % livsmedelsindustri, 30 % slakteri och 18 % övrigt.

Table 2 Content of metals in the digestate from 10 co-digestion plants (certified and noncertified) in 2009 [5]. The share of incoming substrate to the 10 sites was 13% food waste from households, 24% manure, 15% food, 30% slaughter and 18% other.

	Bly	Kadmium	Koppar	Krom [mg/kg TS]	Kvicksilver	Nickel	Zink
Medelvärde	3,2	0,25	85	8,9	0,05	9,1	299
Max	8,3	0,45	253	19	0,09	24	492
Min	1,3	0,10	26	3,3	0,03	3,8	170

2.1.1.3 Användning

Slutprodukten biogödsel har ett stort näringsinnehåll och kan med fördel användas som gödselmedel inom jordbruket. Användning av biogödsel istället för mineralgödsel bidrar till återföring av växtnäringsämnen. Möjligheten till användning av biogödsel på jordbruksmark påverkas dock av kvaliteten, dess innehåll av växtnäringsämnen i relation till tungmetaller, och vilket ämne som är begränsande för givan. Framför allt är kadmiumfosforkvoten av intresse när det gäller biogödsel.

I stort sett all biogödsel som produceras i Sverige används som gödselmedel på jordbruksmark [12]. Enligt Statens energimyndighet [4][10] producerades det cirka 611 000 ton biogödsel (våtvikt) från samrötningsanläggningar under år 2010, varav 92 procent återfördes till jordbruket [4], och under 2009 producerade landets samrötningsanläggningar cirka 499 000 ton biogödsel (våtvikt) varav 97 procent användes inom jordbruket [10].

Under 2008 användes, från 10 samrötningsanläggningar, totalt cirka 300 000 ton biogödsel (våtvikt) på jordbruksmark. I KEMI [16] redovisas beräkningar för jordbruksanvändningen av biogödseln från de 10 samrötningsanläggningarna år 2008. Utgångspunkten för beräkningarna var att maximalt 100 kg ammoniumkväve per hektar alternativt 22 kg fosfor per hektar användes vid gödsling av jordbruksmarken. Användningen av de 300 000 ton biogödsel bidrog, enligt utgångspunkten ovan, till att en areal på cirka 12 000 hektar gödslades [16]. Den använda mängden biogödsel innebar att cirka 214 ton fosfor [16] och 1080 ton kväve [5] återfördes till jordbruksmarken. Beräkningarna visar också på att biogödseln, under angivna förutsättningar, hade ett kadmiuminnehåll motsvarande 14 mg Cd/kg P [16].

Biogödsel från samrötningsanläggningar har ofta en låg TS-halt och används ofta oavvattnad på åkermark [4]. Gällande lukt, smittämnen och spridbarhet så har biogödseln flera fördelar jämfört med till exempel flytgödsel [12]. Biogödseln luktar mindre vid lagring och spridning, vilket framförallt är positivt vid spridningsnära bebyggelse. Flytande biogödsel är lätt att sprida, den sprids vanligtvis med släpslangspridare eller med myllningsaggregat. Spridningen sker i växande gröda, från sådd tills det att grödan blivit cirka 20 cm hög. Fast biogödsel sprids som stallgödsel [12]. Dessutom är biogödseln som regel hygieniserad, vilket innebär en avsevärd minskad risk för smittspridning jämfört med andra organiska gödselmedel.

År 2010 fanns det i Sverige 14 gårdsanläggningar² som totalt producerade cirka 66 000 ton biogödsel (våtvikt)³. Under år 2009 producerade landets 12 gårdsanläggningar cirka 53 000 ton biogödsel (våtvikt). All biogödsel, 100 %, som producerades på landets gårdsanläggningar år 2009 och 2010 användes som gödselmedel inom jordbruket [4][10].

2.1.2 Slam från kommunala avloppsreningsverk

Slam från avloppsreningsverk (ARV) är slam som uppkommer vid rening av avloppsvatten från hushåll eller tätorter eller från andra reningsverk som behandlar avloppsvatten med liknande sammansättning. Avloppsvattnet består oftast av svartvatten, gråvatten och vatten från anslutna verksamheter som är påkopplade till ARV. Svartvatten är spolvatten från toaletter och innehåller urin och fekalier medan gråvatten är vatten som kommer från bad, tvätt och disk. Vatten från anslutna verksamheter som tas emot hos avloppsreningsverken regleras i ABVA, Allmänna bestämmelser för kommunens allmänna vatten- och avloppsanläggning. ARV kan också ta emot externt slam från fettavskiljare, mindre reningsverk samt organiskt avfall från till exempel livsmedelsindustrier, restauranger och storkök. En del ARV tar också emot kvarnat organiskt köksavfall. Ifall det organiska avfallet har animaliskt ursprung ska det gå till en godkänd anläggning för rötning och i många fall krävs även hygienisering (se vidare i Kapitel 4.1.3 ABP-lagstiftningen). Externt slam passerar vanligtvis inte alla reningssteg på avloppsreningsverket utan tas direkt in i rötkammaren.

Avloppsreningsverkens uppgift är att rena vatten från syreförbrukande ämnen, näringsämnen, partiklar och smittämnen så att belastningen på recipienten minskas kraftigt. Ofta tillförs en del kemikalier till reningsprocessen på ARV för att de ska klara sina utsläppskrav på fosfor och partiklar. Kemikalier som används kan vara järn- eller aluminiumsalter för fosforfällning, polymerer som används för att skapa flockar eller för att underlätta avvattning och höja TS-halten (torrsubstanshalten), även en del externa kolkällor används som till exempel etanol.

Avloppsslam innehåller organiskt material och näringsämnen, men även spår av tungmetaller och svårnedbrytbara kemikalier. Nästan allt slam behandlas och stabiliseras innan användning. Den vanligaste metoden för stabilisering av slam på de större avloppsreningsverken är rötning, men slam kan också vara stabiliserat genom kalkning, kompostering, vassbäddar, torkbäddar och aerob stabilisering [17]. En del avloppsslam produceras på REVAQ-certifierade avloppsreningsverk vilket innebär att deras arbete med slamprocessen är tredjepartsgranskat för att säkerställa att de följer speciella certifieringsregler framtagna av Svenskt Vatten i samverkan med LRF, Lantmännen och Svensk Dagligvaruhandel och i dialog med Naturvårdsverket (se avsnitt 2.1.2.2 Slam från certifierat avloppsreningsverk).

De kommunala avloppsreningsverken producerar varje år cirka 1 miljon ton avloppsslam [7]. Detta motsvarar cirka 214 000 ton TS (slam utan vatten), varav cirka hälften består av organiskt material [6]. Slam från avloppsreningsverk innehåller näringsämnen som fosfor och kväve (Tabell 3), mullbildande material och en lång rad viktiga mikronäringsämnen,

² Definition på Gårdsanläggning enligt Statens energimyndighet (2011): ”Lantbruksbaserad biogasproducerande anläggning som till största del rötar gödsel och annat rötbart material från gården.”

³ Uppgift om TS-halt saknas.

men också spår av tungmetaller och svårnedbrytbara kemikalier. Mängden tungmetaller och oönskade kemikalier som tillförs avloppsvatten minskar i dagsläget [7].

Mängden potentiell användbart slam producerat vid 411 reningsverk uppskattades år 2008 till cirka 214 000 ton TS [19]. I Tabell 4 och Tabell 5 redovisas kvaliteten hos slam från kommunala reningsverk år 2008.

Tabell 3 Innehåll av näringsämnen, fosfor och kväve, i slam från avloppsreningsverk år 2008 [19] samt avskild mängd fosfor och kväve från slam från avloppsreningsverk [7].

Table 3 Contents of nutrients, phosphorus and nitrogen in sewage sludge in 2008 [19] and amount of separated phosphorus and nitrogen from sewage sludge [7].

	Fosfor	Kväve
Innehåll i slam från avloppsreningsverk år 2008 [%]	2,8	4,3
Avskild mängd från slam från avloppsreningsverk [ton/år]	6 000-7 000	8 000-9 000

Tabell 4 Kvalitet på slam från kommunala avloppsreningsverk år 2008 [18].

Table 4 Quality of sludge from municipal wastewater treatment plants in 2008 [19]

	Fosfor [g/kg TS]	Kväve [g/kg TS]	Kadmiumfosforkvot [mg Cd/kg P]
Medelvärde ¹	27,74	42,59	28,84

¹Enbart medelvärde redovisas i referensen.

Tabell 5 Innehållet av metaller i slam från kommunala avloppsreningsverk år 2008 [19].

Table 5 Content of metals in sludge from municipal wastewater treatment plants in 2008 [19].

	Bly	Kadmium	Koppar	Krom [mg/kg TS]	Kvicksilver	Nickel	Zink
Medelvärde ¹	22,4	0,8	335,3	28,3	0,6	16,9	544,3

¹Enbart medelvärde redovisas i referensen.

Tabell 6 Innehållet av organiska miljögifter i slam från kommunala reningsverk år 2008 [19].

Table 6 Content of organic pollutants in sewage sludge from municipal treatment plants in 2008 [19].

	Nonylfenol [mg/kg TS]	PAH [mg/kg TS]	PCB [mg/kg TS]
Medelvärde ¹	10,6	0,98	0,05

¹Enbart medelvärde redovisas i referensen.

Enligt Naturvårdsverket [20] klarar cirka 60 procent av allt slam från svenska avloppsreningsverk gällande gränsvärden för metaller och riktvärden för organiska ämnen. Enligt SCB [19] var det år 2008 cirka 72 procent av den totala mängden slam från avloppsreningsverk som klarade samtliga gräns- och riktvärden för de sju lagstiftade metallerna och de organiska indikatorämnena nonylfenol, PAH och PCB. Dock var det cirka 23 procent av slammet som saknade fullständig information. Procenten varierar dock mellan olika storleksklasser på reningsverken. För de större reningsverken (> 100 000

personekvivalenter) var det 96 procent av avloppsslammet från 2008 som klarade rikt- och gränsvärdena [19].

2.1.2.1 Användning

Slam från avloppsreningsverk innehåller näringsämnen och det är därför fördelaktigt att kunna använda slammet på jordbruksmark. Men eftersom olika slam innehåller olika koncentrationer av tungmetaller och andra föroreningar kan istället annan användning föredras. Under senare år har cirka 25 procent av det slam som produceras på avloppsreningsverk använts för gödning på jordbruksmark. Detta kan jämföras med att användningen på jordbruksmark under 1980- och 1990-talet varierade mellan 10 och 50 procent [18][20]. Det slam som år 2010 spreds på åkermark uppgick till cirka 42 000 ton TS och cirka 60 % av detta slam var producerat vid REVAQ-certifierade avloppsreningsverk [6].

Slam från avloppsreningsverk skulle, förutsatt att slammet är behandlat t.ex. hygieniserat och uppfyller fastställda gränsvärden och aktuell lagstiftning^[1] (se kapitel 4.3 för lagstiftning vid skogsanvändning), också kunna användas som gödselmedel för att öka produktionen av virke i skogsmark. I skogsmark är det oftast kvävet som ger en ökad tillväxt. Beroende på slammets ursprungliga kvävehalt kan ytterligare kväve behöva tillsättas för att uppnå lämpligt kväveinnehåll vid skogsgödsling.

Bionäring, ett torkat slam med TS halt >90 %, är en produkt avsedd för användning på skogsmark. Kväve kan tillsättas produkten Bionäring innan användning [29][30].

Avloppsslam används också vid tillverkning av anläggningsjord för att uppnå en bra näringsbalans samt vid förbränning med energiutvinning eller framställning av produkter.

År 2005 infördes förbud mot deponering av avloppsslam, men om slammet har genomgått viss förbehandling, som till exempel kompostering, är det undantaget från deponiförbudet [20].

Slamanvändningen för åren 2006 och 2008 redovisas nedan i Tabell 7.

^[1] I dagsläget (februari 2012) finns inga gränsvärden som gäller för slamspridning på skogsmark.

Tabell 7 Användning av avloppsslam, ton TS och % för åren 2006 och 2008 [19].

Table 7 Use of sewage sludge, ton TS and %, for the years 2006 and 2008 [19].

Användningsområde	2006		2008	
	[ton TS]	[%]	[ton TS]	[%]
Jordbruk/åkermark	31 500	15	55 600	26
Anläggningsjord ¹	-	-	1 900	1
Anläggningsjord ²	-	-	17 600	8
Skogsmark	-	-	40 500	19
Deponitäckning/tätskikt	45 900	22	42 500	20
Deponi	6 000	3	6 200	3
Förbränning ³	-	-	300	0
Förbränning ⁴	-	-	100	0
Annan användning	-	-	15 200	7
Lager	-	-	6 800	3
Ej redovisat	70 400	34	27 000	13
Total produktion	207 100		213 800	

¹ Anläggningsjord där den totala fosforhalten ej överstiger 0,08 % i torr jord.

² Anläggningsjord där den totala fosforhalten överstiger 0,08 % i torr jord.

³ Förbränning utan fosforåtervinning.

⁴ Förbränning med fosforutvinning.

Slam som används på deponier idag har vanligtvis som syfte att bygga tätskikt eller växtetableringsskikt på de deponier som håller på att avslutas. Användningen har ökat något sedan deponiförbudet trädde i kraft då det finns ett stort behov av täckningsmaterial på deponier som skall avslutas. Av täckningsmaterialet som används för avjämning och utfyllnad för deponier kan cirka 40 % utgöras av avloppsslam. Att använda avloppsslam till sluttäckning av deponier är något som flera länsstyrelser idag är restriktiva med och användningen tycks vara mer utbredd än vad det finns tillstånd till. Det är ett bekvämt sätt för slamproducenterna att få användning för slam på ett inte alltför kostnadskrävande vis [21].

Att använda avloppsslam vid tillverkning av anläggningsjord är något som har minskat över tiden. Orsak kan vara att avloppsslam för anläggningsjord inte efterfrågas i lika stor utsträckning som tidigare. År 2009 användes ungefär två miljoner m³ jord i Sverige där avloppsslam kan vara en av komponenterna vid jordtillverkning [21].

Användning av avloppsslam för gödsling av salix sker idag i liten skala. Slam som används för att gödsla salix redovisas som slam för jordbruks/åkermark ovan i Tabell 7. Salix gödslas med avloppsslammet var fjärde år då det är skördeperiod för salix. I Sverige har salixarealen inte ökat de senaste åren. Andelen salix som skördas beror på energipriserna och det har vissa tider inte varit lönsamt att skörda salix. Användning av slam för gödsling av salix är cirka 3 – 5 %, användning är beroende av hur stor areal som skördas. Vid gödsling av salix ställs det inga större krav på avloppsslammets kvalitet. Salixgödsling har utnyttjats för att avsätta avloppsslam av sämre kvalitet [21].

I vissa områden har skogsmark gödslats på försök. Gödsling av skogsmark kräver att avloppsslammet är torkat och pelleterat eller liknande. I de områden där dessa gödslingsförsök har skett har det blivit en opinion på samma sätt som i jordbruket [21].

Att använda avloppsslam för energiåtervinning i en förbränningspanna sker till mycket liten del i Sverige. Orsaken till att förbränningen inte är mer utbredd beror dels på kostnader och dels på samhällets inställning till förbränning av slam vilket skiljer sig mot till exempel Danmark där omkring 30 % av allt avloppsslam förbränns [21].

Övrig användning för avloppsslam kan vara t.ex. att kompostera slammet eller att anlägga vassbäddar (här är avloppsslammet fortfarande kvar och har således inte blivit slutgiltigt avsatt) [21].

2.1.2.2 Slam från certifierade reningsverk

Mängden slam som producerades av de REVAQ-certifierade reningsverken under år 2010 var cirka 324 000 ton avvattnat slam vilket motsvarar cirka 84 000 ton TS slam. Cirka 40 % av allt avloppsslam som producerades under 2010 kom från REVAQ-certifierade reningsverk. Slam från REVAQ-certifierade reningsverk innebär att slammet härstammar från ett reningsverk som är certifierat utifrån Svenskt Vattens certifieringsregler REVAQ – Återvunnen växtnäring⁴. REVAQ-certifieringen bygger på förbättringsåtgärder. Det långsiktiga målet inom REVAQ är att slammet ska vara likvärdigt med toalettavloppsvattenkvalitet och därmed kunna återföras som gödningsmedel på jordbruksmark. Alla certifierade reningsverk ska dock sätta upp kortsiktiga mål som ligger två till fyra år framåt i tiden, de ska bedriva ett aktivt uppströmsarbete, vara öppna med all information och kunna visa spårbarhet för slammet [22].

Certifierade reningsverk tar emot avloppsvatten från samhället och olika verksamheter precis som icke certifierade reningsverk gör. Men kemikalielistor från anslutna verksamheter ska granskas för att identifiera och fasa ut oönskade organiska ämnen och kemikalier till ledningsnätet (s.k. uppströmsarbete). De så kallade PRIO-ämnena som har identifierats och som finns i anslutna verksamheter ska bytas ut mot andra ämnen eller säkerställas att de inte når avloppsreningsverket. De 32 reningsverk som under år 2010 var REVAQ-certifierade hade totalt 6204 stycken anslutna verksamheter påkopplade [6].

De certifierade reningsverken tar årligen emot cirka 2 200 ton fosfor med avloppsvattnet, och kadmiuminnehållet i relation till fosfor varierar från lägsta 15 till högsta 55 mg Cd/kg P, där medel hamnar på 25 mg Cd/kg P för år 2010. Om ett slamparti överstiger den maximala tillåtna Cd/P-kvoten⁵ som år 2010 var på 35 mg Cd/kg P ska detta slamparti avskiljas som avvikande produkt och får därmed inte användas som gödningsmedel på jordbruksmark. Medelvärdet år 2009 låg på 27 mg Cd/kg P vilket visar på att kadmiumhalterna in till reningsverken har minskat [6]. Förbudet att använda fosfor i tvättmedel har lett till minskade halter av fosfor in till reningsverken vilket i sin tur innebär att kadmium måste minska ytterligare om reningsverken ska klara det långsiktiga målet på en kadmiumfosforkvot på 17 mg Cd/kg P⁶. Omkring 90 % av fosfor och 30-50 % av kadmiuminnehållet kommer från den mat vi äter. Kadmiummängden in till reningsverken har minskat med 2 till 5 % varje år sedan certifieringssystemet togs i bruk år 2008 [6]. I Tabell 8 visas kadmiumfosfor kvoter hos REVAQ-certifierade avloppsreningsverk år 2010.

⁴ REVAQ – Återvunnen växtnäring, är ett frivilligt certifieringssystem för reningsverk och dess slamproduktion. För mer information hänvisas till "Frivilliga certifieringssystem" under 4.2.3.

⁵ Maximal tillåten Cd/P-kvot år 2011 var 34 mg Cd/kg P och för år 2012, 33 mg Cd/kg P.

⁶ En kadmiumfosforkvot på 17 mg Cd/kg P är likvärdigt med vad som återfinns i toalettavloppsvatten (fekalier och urin). Denna nivå är alltså en bakgrunds nivå och motsvarar vad som finns i klosettavloppsvatten.

REVAQ-verken har ett kortsiktigt mål om att nå 23 mg Cd/kg P år 2013 och ett långsiktigt mål om att nå 17 mg Cd/kg P år 2025 [6].

Tabell 8 Kadmiumfosfor kvot hos REVAQ-certifierade avloppsreningsverk 2010 [6].

Table 8 Cadmium phosphorus ratio of REVAQ-certified wastewater treatment plants in 2010 [6].

Certifierade REVAQ-verk år 2010 [antal]	Kadmiumfosfor kvot [mg Cd/kg P]
4	<17
3	17-20
12	20-25
8	25-30
5	>30

Förekomsten av 60 spårelement granskas genom analys av slammet, och i de fall som ackumuleringstakten är större än 0,2 % per år krävs att reningsverket skapar handlingsplaner och utför åtgärder för att minska ackumuleringstakten för respektive spårelement. År 2010 var det tolv spårelement som visar på en ackumuleringshastighet större än 0,2 % per år i marken vid ett eller flera certifierade reningsverk. Åtta av dessa spårelement förekom vid mer än ett reningsverk och redovisas i Tabell 9 [6].

Tabell 9 Variation på ackumuleringshastighet större än 0,2 % hos REVAQ-certifierade avloppsreningsverk år 2010 [6].

Table 9 Variation in accumulation rate larger than 0.2% of REVAQ-certified wastewater treatment plants in 2010 [6].

Spårelement	Intervall för ackumuleringshastighet hos spårelement som överstiger 0,2 % hos REVAQ-certifierade reningsverk år 2010 [% per år]	Antal REVAQ-certifierade reningsverk där ackumulerings- hastighet för spårelement som översteg 0,2 % år 2010 [antal]
Vismut	0,35 – 1,5	25
Guld	0,22 – 8,151	21
Silver	0,19 – 1,95	18
Kvicksilver	0,19 – 0,62	17
Tenn	0,14 – 0,27	6
Arsenik	0,26 – 0,47	5
Antimon	0,2 – 1,3	2
Indium	0,21 – 0,28	3

Ett slamparti från ett REVAQ-certifierat reningsverk kan vara godkänt alternativt icke godkänt för användning på jordbruksmark enligt fastställda gränsvärden i certifieringssystemet [23]. Allt slam som används inom REVAQ dokumenteras och ska kunna spåras till platsen där det har använts. Jordbruksanvändning dokumenteras till enskilda skiften medan övrig användning dokumenteras på identifierad plats [22].

Under 2010 fanns det 32 REVAQ-certifierade avloppsreningsverk. Dessa producerade cirka 324 000 ton avvattnat slam eller 84 000 ton TS slam vilket utgjorde cirka 40 % av den totala slamproduktionen i Sverige. Av slammet som producerades av de REVAQ-

certifierade reningsverken under 2010 användes cirka 25 000 ton på jordbruksmark vilket utgjorde cirka 40 % av deras slamproduktion [6]. Avloppsslam från de 32 reningsverk som under 2010 var REVAQ-certifierade har genom sin slamgödsling på åkermark bidragit med en inbesparing på den ändliga fossila resursen fosfor i handelsgödsel men också till en koldioxidbesparing på cirka 2 050 ton CO₂ [6].

2.1.3 Slam från skogsindustri – pappers- o massaindustrin

Slam som uppstår vid produktion av massa och papper är en restprodukt som bruken vanligtvis förbränner, deponerar eller säljer. Dessa kan man gruppera efter ursprung, strömmar och behandling i olika kategorier (se Tabell 11). I många bruk blandas de olika slammen till ett så kallat blandslam. De skogsindustriella slammen består i stort sett av:

- Olösta partiklar och suspenderat organiskt och oorganiskt material (fyllmedel, fibrer, trycksvärta etc.)
- Högmolekylärt material (lignin, proteiner etc.)
- Lågmolekylärt material (låg-molekylära syror, metanol, polysackarider, oorganiska salter etc.)

2010 producerade pappers- och massaindustrin cirka 380 000 ton slam (räknat som torrs substans) [8]. Fördelningen över slam från skogsindustrin redovisas i Tabell 10.

Tabell 10 Slammängder och medelvärde för TS-halt inom svensk skogsindustri (Pappers- och massabruk) år 2010 [8]

Table 10 Sludge quantities and averaged for TS-content in the Swedish forest industry (pulp and paper) year 2010 [8]

Typ av slam	Mängd [Ton TS/år]	Medelvärde TS-halt [%]
Fiberslam	125 000	30
Kemslam	30 000	40
Bioslam	55 000	25
Avsvärtningslam	170 000	60
Summa	380 000	

Tabell 11 Slam från pappers- och massaindustrin [1][8][24][25].

Table 11 Sludge from pulp and paper industry [1][8][24][25].

	Fiberslam/primärslam	Biologiskt eller kemiskt slam	Avsvärtningslam/returfiberslam
Ursprung	Avskiljs mekaniskt från avloppsvattnet oftast genom sedimentering.	Uppstår vid biologiskt eller kemisk rening av avloppsvattnet.	Avskiljning av trycksvärtan vid returpapperstillverkning. ⁷
Innehåll	Stor mängd av fibrer, men även barkpartiklar, sand och fyllnadsmedel.	Mängden biomassa varierar mellan 0,1-0,7 kg TS/kg nedbruten COD ⁸ . Eftersom kemisk fällning kan användas i olika positioner och ofta används i kombination med biologisk rening är det svårt att generellt beskriva vad kemsam består av. Kemsam innehåller en del fällningskemikalier.	Något högre kolhalt än andra slam, vilket kommer ifrån trycksvärtan. Slammet innehåller returfibrer tillsammans med trycksvärta, bestrykningskemikalier och fyllmedel.
Askhalt	15-20 % TS	20-25 % TS	50 % TS ⁹
Fukthalt	60-70 %	65-80 %	55-65 %
Avvattnings egenskaper	Fiberslam generellt lätt avvattnat.	Biologiskt slam är ofta svårt att avvattna varför man eftersträvar att blanda slammet med fiberslam.	

Kvaliteten på slam från pappers- och massaindustrin varierar mycket beroende på t.ex. vilken produkt bruket producerar vilken massaprocess som tillämpas, vilken blekprocess som används och vilka tillsatskemikalier som används. De analyser av slam från pappers- och massabruk som gått igenom i detta projekt kan inte representera alla de olika slam som uppkommer från pappers- och massaindustri. I Värmeforsk rapporten *Slam från skogsindustrin fas II* [26] har flera slamsorter analyserats. Slammets kvalitet från dessa analyser redovisas i Tabell 12. Resultaten i (Tabell 12) är inte jämförbara med resultat som redovisas för biogödsel (Tabell 1) och avloppsslam (Tabell 4) då det är olika analysmetoder som har använts. I Tabell 12 är det askanalyser (mg/kg aska) och bränsleanalyser (% torrt askfritt) som redovisas medan biogödsel (Tabell 1) och avloppsslam (Tabell 4) har analyserats genom så kallade vattenundersökningar (mg/kg TS).

⁷ Cirka en tredjedel av det skogsindustriella slammet består av avsvärtningslam och den största delen eldas upp i brukens egna pannor.

⁸ På senare tid har det även utvecklats biologiska reningsmetoder som producerar än mindre slam, mellan 0,02-0,05 kg TS/kg nedbruten COD.

⁹ Beroende på vilka fyllmedel och bestrykningssmeter som ingått i det återvunna pappret kan askan innehålla höga halter av kalk och/eller kaolin.

Tabell 12 Kvalitet på slam från pappers- och massindustrin från 17 olika sorters slam år 2003 [26]. Slamsorterna bestod av avsvärtningsslam, bioslam, blandslam, fiberslam och kemslam. I flera av proverna var olika slam blandade med varandra.

Table 12 The characteristics of sludges from the pulp and paper industry in 2003 [26]. The types of sludges included were deinking sludge, bio-sludge, fibre-sludge and chemical sludge. In several of the samples, different types of sludges were mixed.

	Fosfor [mg/kg aska]	Kväve [% torrt askfritt]	Kadmium [mg/kg aska]	Kadmiumfosforkvot [mg Cd/kg P] ¹
Medelvärde	10 351 ²	1,95 ²	6,88 ³	1 351 ³
Max	30 800	5,87	28	14 615
Min	700	0,20	1	54

¹ Beräknad kadmiumfosforkvot utifrån redovisad kadmium- och fosforhalter i askanalyser.

² Medelvärde från 30 olika analyser.

³ Medelvärde från 25 olika analyser.

2.2 Användningsområden för slam

Målet med ”Rätt slam på rätt plats” är att ge vägledning till slamproducenter, slamanvändare och myndigheter så att ett visst slam används på rätt plats utifrån dess innehåll och utifrån vilka krav som ställs för respektive användningsområden. Det finns flera olika användningsområden för slam. Slam kan bland annat fungera som organisk gödselmedel inom jord- och skogsbruk, som tätskikt/skyddsskikt för gruvor eller deponier, tillverkning av anläggningsjord eller fungera som bränsle vid förbränning.

2.2.1 Slam som gödselmedel inom jordbruk

Vid skörd av odlingsmark lämnar en stor mängd växtnäringssämnen jordbruket. Förlusten behöver kompenseras genom tillsats av mineralgödsel eller genom återföring av växtnäringssämnen via organiskt gödselmedel som till exempel stallgödsel, slam från avloppsreningsverk och biogödsel. Näringsämnet fosfor är en ändlig resurs där dagens brytvärda resurser finns i ett fåtal länder som betraktas som politiskt instabila. Med dagens utvinningstakt och teknik beräknas tillgångarna vara förbrukade inom ett 100-års perspektiv, vilket bidrar till att återföring till jordbruket särskilt intressant [27]. Fosfor som växtnäringssämne kan inte ersättas av något annat.

Av de slamsorter som beaktas i projektet så används biogödsel från samrötningsanläggningar och slam från avloppsreningsverk som gödselmedel inom jordbruksmark. För avloppsslam finns ett speciellt regelverk som reglerar jordbruksanvändning medan för övriga slamsorter finns inga specifika regelverk utan här gäller miljöbalkens generella hänsynsregler. När animaliska biprodukter ingår som substrat i slammet ställer även ABP-lagstiftningen vissa krav för spridning. För slam från avloppsreningsverk, liksom för biogödsel från samrötningsanläggningar, finns även frivilliga certifieringssystem för jordbruksanvändning (se vidare Kapitel 4 Lagstiftning).

I stort sett all biogödsel som produceras i Sverige används som gödselmedel på jordbruksmark [12]. Under 2010 återfördes 92 procent av den producerade biogödseln från samrötningsanläggningar till jordbruket (den totala biogödselmängden från samrötningsanläggningar var cirka 611 000 ton våtvikt, vilket motsvarar cirka 20 000 ton TS vid ett TS-medelvärde på 3,3 %) [4], och under 2009 återfördes 97 procent [10][9] (se vidare avsnitt 2.1.1). År 2010 återfördes totalt cirka 42 000 ton TS slam från landets avloppsreningsverk till jordbruket [6], vilket motsvarar cirka 20 procent om man jämför med den totala slammängden från landets avloppsreningsverk år 2008 (cirka 214 000 ton TS enligt SCB [18]).

Förutom innehållet av växtnäring måste man också ta hänsyn till att olika slamsorter kan innehålla olika mängder av oönskade och toxiska ämnen. Till oönskade ämnen vid jordbruksanvändning räknas bland annat tungmetaller och svårnedbrytbara organiska ämnen exempelvis polyklorerade bifenyler (PCB), perfluoroktansulfonat (PFOS) och vissa polycykliska aromatiska kolväten (PAH). Fler oönskade ämnen är vissa läkemedelsrester med läkemedelsmetaboliter (nedbrytningsprodukter som bildas av läkemedel i kroppen/djurkroppen), och stabila hormonliknande ämnen. Vid jordbruksanvändning måste man både beakta risker för spridning och upplagring av oönskade ämnen i jordbruksmarken och till ekosystemet och om grödorna tar upp dessa ämnen från gödselmedlet. De senaste fyra åren har en rad riskvärderingar gjorts av användning av exempelvis slam på jordbruksmark vilket gör att det idag finns betydligt mer kunskap om riskerna än bara för några år sedan. Exempel på studier är bland annat EU-studier inför förslag till nytt slamdirektiv¹⁰, Nordiska ministerrådets rapport om slam och organiska ämnen¹¹, Norska Livsmedelsverkets riskvärdering av slam på jordbruksmark¹² och Naturvårdsverkets uppdaterade aktionsplan för återföring av fosfor¹³. Utifrån dessa studier kan det sammanfattas att riskerna med slam användning på jordbruksmark, med de halter av föroreningar som finns i slam i de nordiska länderna, är mycket små och kan anses vara acceptabla. Nyttan som finns av att recirkulera slammets växtnäring är större än nackdelarna [18]. Det är dock viktigt att ständigt söka ny kunskap och initiera forskningsprojekt för att ta fram ny kunskap vad gäller miljö- och hälsorisker.

I Sverige har det under lång tid pågått en debatt som berör användning av avloppsslam på åkermark. Argument för en sådan användning är tillvaratagandet av slammets innehåll av fosfor och kväve samt att slammet bidrar till en viss ökning av markens mullhalt. Argument

¹⁰ Milieu Ltd, WRc, and RPA for the European Commission: 1. *Environmental, economic and social impacts of the use of sewage sludge on land, Draft Summary Report 1, Assessment of Existing Knowledge*, 2. *Environmental, economic and social impacts of the use of sewage sludge on land, Draft Summary Report 2, Baseline Scenario, Analysis of Risk and Opportunities*, 3. *Environmental, economic and social impacts of the use of sewage sludge on land, Consultation Report on Options and Impacts*

¹¹ Sternbeck, J. Blytt, L. D. Gustavson, K. Frankki, S. Bjergström, M. (2011) *Using sludge on arable land – effect based levels and longterm accumulation for certain organic pollutants*, TemaNord 2011:506, Nordic Council of Ministers, Copenhagen 2011

¹² Sundstøl Eriksen, G. Amundsen, C. E., Bernhoft, A. Eggen, T. Grave, K. Halling-Sørensen, B. Källqvist, T. Sogn, T. Sverdrup, L. (2009) *Risk assessment of contaminants in sewage sludge applied on Norwegian soils*, Vitenskapskomiteen for mattrygghet, Norwegian Scientific Committee for Food Safety

¹³ Naturvårdsverket.se: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/verksamheter-med-miljopaverkan/Avlopp/Avloppsslam/Sa-har-vill-vi-aterfora-mer-fosfor-till-kretsloppet/>

mot jordbruksanvändning som ibland kan höras i debatten är att avloppsslam riskerar att innehålla ämnen som är oönskade på åkermark och som därmed kan spridas vidare i miljön och även tas upp av de grödor som odlas på åkermarken. Spridning av röttslam är en fråga som engagerar många. Under senare år har flera studier och riskvärderingar utförts för att öka kunskapen kopplad till användning av slam på jordbruksmark.

Kunskapen om vad som händer med ämnena under olika processer och avfallsbehandlingar är begränsad. För metaller finns dock mer data än för organiska ämnen [28]. I Waste Refinery rapporten WR-28 [28] har fem metaller (As, Cd, Cu, Hg, Pb) och fyra organiska ämnen (dioxin, PCB, ftalaten DEHP, bromerade flamskyddsmedlet HBCDD) studerats utifrån tre typer av avfallsbehandling (förbränning av utsorterat avfall, kompostering av mat- och trädgårdsavfall samt rötning av matavfall). Att spridning av toxiska ämnen från avfallsförbränning skulle ha någon påverkan bedöms vara liten, däremot bedöms användningen av kompost och rötrest som jordförbättringsmedel ge upphov till problem gällande spridning av toxiska ämnen.

2.2.2 Slam som gödselmedel inom skogsbruk

Det pågår försök med att återföra näringsämnen till skogsmark samt att öka tillväxten via organiskt gödselmedel, exempelvis genom användning av slam från pappers- och massaindustrin, slam från avloppsreningsverk eller biogödsel från samrötningsanläggningar. I skogsmark är det oftast kväve som är tillväxtbegränsande och det är tillförseln av kväve som ger den gödsleffekt man vill få för att öka produktionen.

I dagsläget används inte slam som gödselmedel i stor skala inom skogen. Dock har tillgängligheten och kretsloppstänkandet lett till en hel del diskussioner om slamgödsling på skogsmark och det har under de senaste 10 åren startats upp en rad fältförsök kring gödsling med slam i form av Bionäring i skogsmark. Forskning och fältförsök för användning av slam som gödselmedel i skogsmark pågår vid Sveriges Lantbruks Universitet (SLU) vid enheten för Skogens Ekologi och Skötsel, i samarbete med Sveaskog.

Både Sahlén och Winsa [29][30] föreslår att Bionäring ska tillåtas användas på skogsmark. Råvaran till Bionäring är den rötrest (slam) som återstår efter rötning av organiskt material, som kan vara av varierande slag, såsom avloppsslam, matavfall, växtbiomassa etc. Den föreslagna definitionen på Bionäring är att råvaran ska vara vidarebearbetad (eventuellt berikad med ett eller flera näringsämnen), torkad till en TS-halt >90% och pelleterad, granulerad eller liknande. Totalkvävehalten ska vara större än 3 % (för att säkerställa en positiv trädutväxteffekt). Övre gränsvärden för halter av tungmetaller och syntetiska organiska ämnen ska vara lika som för avloppsslam som tillåts användas på jordbruksmark. Bionäring ska uppfylla hygieniseringskraven Klass A enligt Naturvårdsverkets förslag till förordning för avloppsfraktioner, 2010 (Tabell 13) [29][30].

2.2.3 Slam till förbränning

De slamsorter som beaktas här har i de flesta fall det gemensamt att de är restprodukter från olika verksamheter samt innehåller näringsämnen och brännbara substanser. Av det följer att förbränning kan vara ett alternativ eftersom det minskar volymen till askåterstoden. Slam från massa- och pappersindustrin förbränns i många fall där det produceras. Avloppsslam förbränns i mycket ringa omfattning i Sverige medan det är

vanligt i Tyskland, Nederländerna, Schweiz [32] och Frankrike [33]. Det sker dels i anläggningar där torkat avloppsslam är det enda bränslet s.k. monoförbränning och dels i anläggningar där otorkat eller delvis torkat slam samförbränns med annat bränsle, varvid brännbarheten beror på bränslemixen. Förbränningen har oftast syftet att utvinna värmeenergi samt destruera slammet d.v.s. minska volymen. Samförbränning har i ett antal forskningsprojekt även visat sig att vid samförbränning med biobränslen ha positiva effekter på förbränningen i förbränningsanläggningar. Detta kan utnyttjas tillsammans med klor- och alkalirika bränslen som exempelvis stråbränslen och avfall [34][35][36][37][38][39].

Problemen med klor- och alkalirika bränslen är välkända och utgörs av dels beläggings- och korrosionsproblem, och dels agglomereringsproblem i fluidbäddanläggningar. Beläggningar bildas genom att alkaliklorid i gasfas genom olika mekanismer fastnar på relativt kalla ytor såsom ångbärande tuber [40]. För att avlägsna beläggningarna sotas tuberna bl.a. med ånga men det är långt ifrån alltid man får bort allt. Förutom att hindra värmeöverföring och rökgasens strömning, kan beläggningarna skapa en korrosiv miljö som förstör ståltubens passiverande skikt, och småningom kan tuben behöva bytas. Agglomereringsproblem uppstår i pannor av typen fluidiserad bädd i vilken eldstaden består av en luftgenomströmd sandbädd som vid ett visst luftflöde beter sig som en fluid. Sandkornen består huvudsakligen av kvarts som är benäget att binda alkali [41]. De sålunda bildade alkalisilikaterna har betydligt lägre smältpunkt än kvarts och riskerar därför att bilda ett smält lager på sandkornen. Det gör att dessa kan klibba ihop och bilda klumpar (agglomerat) med risk för att fluidiseringen skall sluta att fungera.

Avloppsslammets effekt vid samförbränning på beläggings- och korrosionsproblem är positiv och består bland annat i dess innehåll av svavel. Svavlet bildar vid förbränning SO_2 som kan reagera med alkaliklorider och bilda alkalisulfater istället. Sulfater har högre smältpunkt och är därför mindre benägna att bilda beläggningar och orsaka korrosion vid de aktuella temperaturerna. Även fosfor tycks ha en positiv effekt, liknande den för svavel, genom att det bildas alkalifosfater istället för klorider.

Avloppsslam och vissa slamsorter från pappersmassaindustrin innehåller ofta höga halter aluminiumsilikater. Dessa har precis som kiselsand benägenhet att reagera med alkali men bildar, till skillnad från dessa, ämnen med hög smältpunkt vilket motverkar agglomerering. Det faktum att alkali på detta sätt binds innebär också att mindre alkali är tillgängligt för beläggningar.

Andra fördelar med förbränning av avloppsslam kan vara att organiska ämnen och biologiskt aktiva substanser destrueras. Således kan man till exempel oskadliggöra giftiga organiska ämnen och smittämnen.

En nackdel med förbränning är att humusämnen går förlorade. Det går heller inte att idag återvinna fosfor i slammet annat än i pilotskala – och då bara vid monoförbränt slam. Det mesta av fosfor hamnar i askan, i dag finns det inga kommersiella metoder framtagna för att effektivt utvinna fosfor. Idag kan därför ingen växtnäring återföras från förbränt slam. Ur denna synpunkt är det betydligt mer gynnsamt med användning av avloppsslam på åkrar eller annan plats där växtnäring behövs. Eftersom avloppsslam är avfall så krävs det vid förbränning en panna klassad för avfall. Det är en nackdel men om alla andra användningsmöjligheter är uteslagna så är förbränning ett alternativ.

2.2.4 Slam för deponitäckning

Slam kan användas som en beståndsdel i tätskikt och som växtetableringsskikt vid deponitäckning. Slam kan också användas som ett konstruktionsmaterial vid sluttäckning av deponi. För att inte riskera sättningar i konstruktionen och utlakning av närsalter ska slam som används vara stabiliserat¹⁴. Slam som konstruktionsmaterial i en deponi kan utgöras av; avloppsslam, bio- och kemslam från skogsindustrierna eller grönlutslam.

Den principiella uppbyggnaden av en deponitäckning framgår av Figur 5. Underst finns ett avjämningskikt ovanpå avfallet som skall göra ytan jämn och fin för tätskiktet ovan. Emellan tätskikt och avjämningskiktet skall ett kapillärbrytande skikt finnas. Tätskiktet är täckningens viktigaste del och den del som skall se till att kraven på genomsläpplighet uppnås. Ovanpå tätskiktet ligger ett dräneringsskikt följt av ytterligare ett skyddsskikt som bland annat har till uppgift att skydda deponin mot frost och rotpenetration. I Skandinavien bör skyddsskiktet vara minst 1,5 m tjockt. Överst finns ett växtetableringsskikt som är cirka 3 dm tjockt.

Växtetableringsskikt/erosionsskydd
Skyddsskikt
Ev. dränerande skikt
Tätskikt
Kapillärbrytande skikt
Avjämningskikt/skyddsskikt mot avfallet
Avfall

Figur 5 Principiell uppbyggnad av tätskikt för en deponi.

Figure 5 Basic design of the waterproofing of a landfill

Bakgrunden till deponitäckning med slam är EG-direktivet om deponering av avfall (99/31/EG) som infördes 1999. Detta direktiv införlivades i svensk lagstiftning genom SFS 2001:512¹⁵, Förordning om deponering av avfall (se vidare i Kapitel 4.5). En mycket viktig aspekt i denna förordning (SFS 2001:512) är att de deponier som var –i drift då förordningen kom, och som inte klarade de definierade kraven för kommande deponier, måste avslutas och sluttäckas. Detta medförde att det under det första decenniet på 2000 talet behövdes stora mängder material för deponitäckning för att avsluta alla de deponier som inte skulle klara de kommande uppsatta kraven. Eftersom det fanns och finns gott om avloppsslam så var intresset stort att använda avloppsslam för deponitäckning, samtidigt som motståndet mot slamanvändning på åkermark hade ökat de sista åren på 90-talet, vilket gjorde deponitäckning till ett ännu bättre alternativ. Problemet var emellertid att

¹⁴ Med stabilisering menas kompostering i minst sex månader för orötat slam och kompostering i minst tre månader för rötat slam. Ytterligare rekommenderas minst sex månaders lagring efter genomförd kompostering. Andra metoder där samma resultat erhålls kan tillämpas.

avloppsslam som deponitäckningsmaterial var relativt oprövat och kunskap saknades om dess egenskaper till denna tillämpning.

Avfall Sverige (dåvarande RVF) och Svenskt Vatten finansierade därför en förstudie och etapp 1 av ett projekt [42] som utredde möjligheten att använda slam som tätskikt i deponier med bioaska, som kompletterande material. Anledningen till att man även vill använda bioaska är att enbart avloppsslam inte ger den önskade stabiliteten. Blandas avloppsslam med flygaska från biobränsle bildas så kallad flygaskastabiliserat avloppsslam (FSA-material). Tätheten i slammet är hög vilket ger en låg och bra perkolation, men utmaningen bestod i att kunna blanda in ett stabiliserande material utan att tätheten minskade.

Projektet syftade till att använda slam som del i tätskiktet. Resultatet av projektet visade att de tekniska egenskaperna var bra när man använde en blandning av slam och bioaska, d.v.s. tillräckligt hög stabilitet och tillräckligt låg permeabilitet. Man studerade också den viktiga aspekten beständighet, där det gäller att visa att egenskaperna inte förändras nämnvärt över tid. Den pH-höjande effekt som blir följden av askinblandning bedömdes vara central ur beständighetssynpunkt, eftersom det höga pH-värdet fördröjde nedbrytningsprocesserna i slammet. En låg syrehalt är också önskvärd enligt rapporten, varför det är viktigt att inte tätskiktet kommer i kontakt med för mycket syresatt vatten från ovan.

Ett ytterligare projekt inom Avfall Sverige utfördes, ”Täckning av deponier med aska och slam”. Erfarenheter från tre fältförsök” [43] som uppföljning på det första projektet. I detta projekt konstaterades bland annat att det är viktigt att karaktärisera varje enskilt slam och askor eftersom dessa kan ha betydande skillnader i fysikaliska egenskaper.

I Figur 5 ovan, återfinns växtetableringsskikt (el. vegetationsskikt) som det översta skiktet. Naturvårdsverket säger i sin handbok [44] att i detta skikt ”kan visst organiskt material exempelvis matjord och slam blandas in för att ge bra förutsättningar för en vegetering”. Ur slamsynpunkt är detta skikt inte undersökt i samma utsträckning som då slam skall användas i tätskikt, eftersom de tekniska kraven på växtetableringsskiktet är betydligt lägre än för tätskikt. Dock bör alltid slammet blandas ut, även om det bara skall användas till vegetationsskikt.

Sammanfattningsvis för slam till deponitäckning kan det konstateras att slam kan användas i deponitäckningssammanhang, både som del i tätskikt och växtetableringsskikt, eventuellt även i andra skikt. Om slam används i tätskikt bidrar det med hög täthet, dock ej stabilitet varför detta måste erhållas genom inblandning av andra material, men Naturvårdsverket rekommenderar högst 40 % slam [44]. Vissa frågetecken finns om beständigheten för tätskikt som innehåller slam. pH-höjning och eliminering av syretillförsel är faktorer som ökar beständigheten. För att optimera skyddsskiktets frysmotstånd och metanoxideringskapacitet krävs det, enligt Mácsik et. al. [45], ”att material med hög porositet, låg densitet, hög fältkapacitet används och att konstruktionsdelen är beständigt mot nedbrytning och kompression.” För mer information om detta hänvisas till rapporten ”Q9-714 Utformning av skyddsskikt – beständighet” [45].

2.2.5 Slam för täckning av gruvavfall

Avloppsslam kan även användas för att skapa växtetableringsskikt inom gruvnäringen på så kallade varphögar, och återställa landskapet i allmänhet efter avslutad gruvverksamhet. Ett exempel på detta är att under det senaste decenniet, har majoriteten av det slam som bildas i Stockholms största reningsverk, Henriksdalsverket, transporterats med tåg upp till Bolidens gruvor i Gällivare. Där har slammet använts som täckningsmaterial för att återställa landskapet och marken efter avslutad gruvverksamhet. Denna hantering har i olika omgångar kritiserats för att slammet används i outspädd form i mycket tjocka lager (20-30 cm tjocka lager)¹⁵. Dessa lager av slam medför att man samlar extremt mycket växtnäring på en och samma plats som på sikt kan läcka ut och skada omgivande vattendrag. Boliden är genom sitt kontrollprogram ålagd av länsstyrelsen i Norrbotten att noggrant följa eventuellt läckage av näringsämnen [46].

2.2.6 Slam till jordtillverkning

Avloppsslam är en mycket använd beståndsdel vid jordtillverkning. Avloppsslammets höga näringsinnehåll och innehåll av organiska ämnen är något man eftersträvar som jordtillverkare. SP utvecklade under 2004 i samråd med ett antal jordtillverkare ”Certifieringsregler för anläggningsjord” [47] inför förbudet om deponi av organiskt avfall som infördes 1 jan 2005. Dessa regler togs fram för att jordtillverkare inte skulle använda organiska fraktioner av dålig kvalitet till jordtillverkning eftersom det antogs att det skulle bli gott om dessa på marknaden när deponimöjligheten stängdes.

Detta certifieringssystem blev dock inte den succé som förväntades. Förklaringen till detta är förmodligen att reglerna krävde att anläggnings-AMA¹⁶ skall följas med avseende på näringsinnehåll. Anläggnings-AMAs krav innebär då att näringsinnehållet hålls på en ganska låg nivå med den enkla förklaringen att det inte behövs så mycket näring för att etablera ett vegetationsskikt. Om man skall använda avloppsslam till jordtillverkning och samtidigt följa anläggnings-AMA (och certifieringsreglerna), innebär det att man högst kan blanda i cirka 5 % slam, vilket medför att en jordtillverkare måste tillverka väldigt mycket jord i förhållande till det slam som ”går åt”. Förmodligen har många jordtillverkare valt att inte certifiera sig och därmed kunna ta hand om en betydligt större mängd slam, men då också tillverka en jord med onödigt mycket näring i form av fosfor.

2.3 Föroreningar i slam och miljön

Det som återfinns i ett slam härstammar från slammets ursprungsprodukter. Om dessa ursprungsprodukter var förorenade kommer en del av föroreningen också att återfinnas i slutprodukten, dvs. slammet. Vissa föroreningar bryts ner i slamprocessen, samrötningsanläggningen, avloppsreningsverket eller i något reningssteg på pappers- och massaindustrin, medan andra inte gör det. Svärnedbrytbara organiska föroreningar, läkemedelsrester och tungmetallen kadmium är exempel på föroreningar som kan förekomma i slam och som kan spridas till miljön.

¹⁵ Ett 20-30 cm tjockt lager av slam motsvarar 100-300 gånger tjockare lager än vid användning av slam inom jordbruket.

¹⁶ Se vidare om Anläggnings-AMA i kapitel 4.7 Anläggningsjord.

2.3.1 Önskade organiska föreningar

Organiska ämnen ingår ofta i naturens kretslopp, en del av dessa organiska ämnen kan redan i låga halter utgöra en risk för allt levande [48]. Organiska ämnen som har hamnat i miljön kan, beroende på ämnets stabilitet, giftighet och förmåga att bioackumuleras, skada människor, djur och växtlighet. Svårnedbrytbara organiska föreningar är organiska ämnen som är stabila i miljön och som bryts ner mycket långsamt. Dessa är också ofta bioackumulerbara och kan anrikas i näringskedjor. Lättnedbrytbara organiska ämnen kan även de vara toxiska men dessa bryts ner snabbt och är därför ofta inget miljöproblem.

Generellt är det svårt att urskilja vilka organiska ämnen som ger upphov till skadliga effekter hos människor och djur. Orsaken till detta är bland annat att två eller flera ämnen kan samverka och få ändrad effekt, till exempel kan nedbrytningsprodukter som är giftigare än ursprungskemikalien bildas [49].

Till gruppen långlivade organiska föreningar (persistent organic pollutants, POP) räknas bland annat dioxiner, furaner och PCB. Svårnedbrytbara organiska föreningar som förekommer runt oss i vardagen kan därför också förekomma i avloppsvattnet till reningsverken och i det slam som sprids på jordbruksmark. Kunskap, data, och riskbedömningar för svårnedbrytbara organiska föreningar har ökat rejält de senaste åren.

2.3.2 Läkemedel etc.

Användningen av många läkemedel är livsnödvändigt. Samtidigt börjar aktiva läkemedelssubstanser ses som en potentiellt stor miljörisk i våra vattendrag [50]. De flesta läkemedel är vattenlösliga och många är svårnedbrytbara och passerar därför till stor del rakt igenom reningsverken, mindre än 1 promille av massflödet fastnar i slammet [18]. Dock finns det vissa antibiotika där upp till 10 % av massflödet av läkemedlet binds till slam och som därmed finns i det slam som sedan används till exempel inom jordbruket [18]. Huvuddelen av läkemedlen återfinns dock i det utgående avloppsvattnet [50].

Ett större projekt, MistraPharma, jobbar sedan 2008 med frågor kring läkemedel i vattenmiljön. För ytterligare information kring läkemedel hänvisas till detta projekts hemsida¹⁷.

2.3.3 Tungmetaller – Kadmium

Tungmetaller, liksom andra grundämnen, kan inte brytas ner utan förblir i omlopp i naturen. Flera metaller är giftiga i relativt låga halter (kadmium, bly, kvicksilver och arsenik) [28]. Förekomsten i åkermarken av tungmetallen kadmium (Cd) varierar framförallt beroende på berggrundens naturliga kadmiuminnehåll. Kadmiumhalten beror även på tillförsel genom atmosfäriskt nedfall samt genom gödsling och kalkning. Spannmålsväxter tar upp kadmium från marken varefter det via näringskedjan förs vidare till människan. En stor del av det kadmium som icke-rökare får i sig kommer från jordbruksprodukter. Utifrån vad vi i dagsläget känner till om kadmium fyller den ingen livsnödvändig funktion hos någon organism. Däremot är kadmium giftigt och kan, vid stor exponering, utgöra en hälsorisk för människan. Kadmium lagras i människans kropp. En stor upplagring i njurarna

¹⁷ <http://www.mistrapharma.se/>

riskerar att leda till försämrad njurfunktion. Stor, i vissa fall även liten, exponering av kadmium kan också bidra till benskörhet och frakturer, kan påverka kroppens hormoner negativt (särskilt östrogen), kan ha betydelse för uppkomst av livmodercancer och kan potentiellt ha en mutagen effekt [51].

Det finns ett visst samband mellan markens kadmiumhalt och en grödas kadmiumhalt, men det finns flera kända och okända faktorer som påverkar sambandet. En hög kadmiumhalt i marken innebär generellt sett större risk för hög halt även i grödan [51]. Upptaget av kadmium i grödan beror framför allt på hur stor andel kadmium som är växttillgängligt, d.v.s. lösligt, och på växtens upptagningsförmåga av kadmium [51]. Jämfört med andra tungmetaller är en stor andel av det kadmium som förekommer i jorden i löslig form [52], vilket innebär att kadmium lättare tas upp av grödor och därifrån förs vidare till livsmedel. En grödas upptagningsförmåga av kadmium varierar mellan olika grödor men också mellan olika sorter av samma gröda [51].

I en rapport från Hushållningssällskapet [52] redovisas resultat från fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981-2008. Från år 1993 har innehållet av metaller i grödorna analyserats i samtliga försöksled i projektet. Kadmium är en av tre metaller som i projektet har valts ut för att studera de långsiktiga effekterna av slam och mineralgödsel. Resultat från fältförsöken visar inte på någon skillnad av koncentrationen kadmium i grödan beroende på om slam eller ej har använts vid gödsling. Däremot visar resultaten på att variationen mellan grödor och år är stor, och generellt är sockerbetor den gröda som i projektet tar upp kadmium i störst koncentration och mängd [52]. Förutom kadmium har ytterligare 14 metaller regelbundet analyserats i grödorna, även här utan resultat som tyder på någon skillnad på upptaget i växten beroende på om slam har använts eller ej [52].

I Sveriges finns sedan länge ett gränsvärde för kadmium i mineralgödsel som är 100 mg Cd/kg P. En sänkning av Sveriges gränsvärde för kadmium i mineralgödsel till 46 mg Cd/kg P är dock på gång. I april 2011 skickades en anmälan in till Europa kommissionen för att kunna införa denna sänkning, men någon information om hur kommissionen ser på Sveriges anmälan har i dagsläget (februari 2012) inte framkommit. [53].

Företaget Yara:s kadmiumgaranti innebär att alla NP/NPK¹⁸-produkter högst innehåller 12 mg Cd/kg P [54]. I Kemikalieinspektionens regeringsuppdrag [55] dras slutsatsen att det i Sverige behövs ett väsentligt lägre gränsvärde för mineralgödsel än vad som finns idag (100 mg Cd/kg P). För att få en minskning av kadmiumhalten i alla jordar bör den genomsnittliga halten i gödsel på sikt vara lägre än 12 mg Cd/kg P [55].

2.4 End of Waste – kriterier för när avfall upphör att vara avfall

Inom EU tar man nu fram End of Waste-kriterier för några utvalda avfallsslag. Detta finns fastställt i avfallsdirektivet 2008/98/EG¹⁹, artikel 3²⁰. Än så länge är bara End of Waste-kriterier beslutade för järn/stål och aluminiumskrot. Under 2011 startade arbetet med att ta

¹⁸ NP: Kväve, fosfor, NPK: Kväve, fosfor, kalium

¹⁹ EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2008/98/EG av den 19 november 2008 om avfall och om upphävande av vissa direktiv.

²⁰ Se vidare i kapitel 4.4 Förbränning.

fram End of Waste-kriterier för kompost/biogödsel. Strukturen på End of Waste-kriterierna påminner väldigt mycket om Certifierad återvinning, certifieringsregler för kompost och biogödsel.

Tanken med End of Waste-kriterier är att material som uppfyller kriterierna inte längre ska klassas som avfall och därmed inte längre behöver följa det som krävs för avfall. För kompost och biogödsel innebär det att till exempel handel mellan länder underlättas liksom att det finns gemensamma kriterier inom EU för när kompost och biogödsel fritt kan användas. Dock kommer fortfarande nationell lagstiftning att styra till exempel jordbruksanvändning (till exempel spridningstidpunkter, mängd växtnäring som maximalt får tillföras). Kriterierna är uppbyggda enligt följande:

- Krav på produktkvalitet.
- Krav på vilka ingående material som får användas (substrat).
- Teknik- och processkrav vid behandlingen.
- Krav på vilken information som ska lämnas tillsammans med produkten.
- Krav på hur kvalitetssäkringen ska ske.

Följande föreslår regleras:

- Lägsta halter av växtnäringsämnen och/eller organiskt material.
- Gränsvärden för maximalt innehåll av metaller och/eller svårnedbrytbara organiska föroreningar.
- Gränsvärden för maximalt innehåll av främmande material, till exempel fragment av plast, glas och metaller.
- Gränsvärden för maximalt innehåll av patogener.
- Gränsvärden för förekomst av ogräsfrön.
- Minimikrav på stabilitet (d.v.s. att den lättnedbrytbara mängden organiskt material är låg).

Eftersom de slutliga kriterierna inte är fastställda hänvisas istället till den senaste remissversionen alternativt till de färdiga kriterierna. De slutliga kriterierna kommer troligen att föreläggas kommissionen under 2012.

3 Metod

För att samla in materialet har projektets utförare organiserats i en projektledningsgrupp som lett arbetet med att sammanställa materialet. Till denna har knutits en projektgrupp bestående av personer med expertkunskap från olika användningsområden. Personerna representerar myndigheter, branschorganisationer, forskare och brukare, och utgör tillsammans den breda kompetens som är nödvändig för att hitta hållbara och effektiva lösningar på slamanvändning. Material har insamlats under hela projektet genom litteraturstudier och intervjuer men särskilt vid möten och workshops med projektledningsgrupp och projektgrupp eller delar av dessa.

Resultatet av materialinsamlingen har resulterat i föreliggande rapport. Det är emellertid omöjligt att låta den omfatta varje tänkbar slamsammansättning varför ett bedömningsverktyg som idealt syftar till att ange en lämplig användning för ett godtyckligt slam har utvecklats. Bedömningsverktyget som är utformat i Excel visar också tydligt var det finns kunskapsbrister.

Eftersom målet med projektet är, att för ett givet slam, ange en rimlig användning, måste slammets egenskaper prövas mot kriterierna för olika användningar. Slammets egenskaper och kriterierna för användning är således de viktigaste parametrarna i projektet. De förra fastställs med olika – oftast kemiska eller biologiska – analysmetoder. Kriterier för användning är en kombination av lagstiftning (EU-direktiv och dito förordningar samt svenska lagar, förordningar och föreskrifter), certifieringsregler och andra förhållanden som är av vikt för användningen. Dessa kriterier finns inte tidigare samlade på ett överskådligt vis.

4 Lagstiftning och rekommendationer

4.1 Allmänt

I denna rapport finns en sammanställning av lagstiftning, förordningar, föreskrifter etc. som rör slam och slamhantering i Sverige. Synpunkter och kompletteringar tas tacksamt emot, vänligen kontakta författarna.

Pratar man ”Rätt slam på rätt plats” återfinns många lagstiftningar och rekommendationer etc., som rör slam, i miljölagstiftningen. Svensk miljölagstiftning återfinns i miljöbalken och andra lagar i Svensk författningssamling (SFS). Förutom svenska regelverk påverkar även EU:s förordningar och direktiv slamhanteringen i Sverige. EU:s miljöpolitik bygger på två grundläggande principer:

- Försiktighetsprincipen - när en verksamhet eller policy riskerar att skada miljön eller människors hälsa vidtas brådskande åtgärder.
- Principen om att förorenaren betalar - förorenaren är ansvarig för att förebygga och åtgärda eventuella miljöskador.

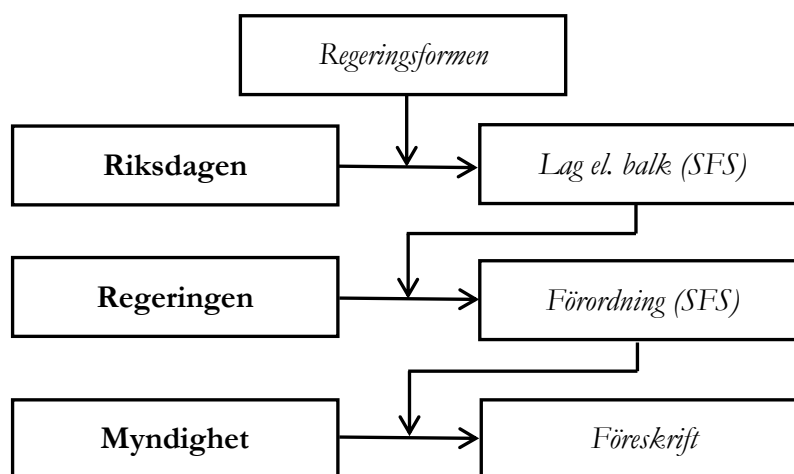
Svensk miljölagstiftning finns huvudsakligen sammanfattad i Miljöbalken (SFS 1998:808). Balk används som beteckning på lagar i Sverige som ansetts vara av särskild vikt. Riksdagen kan därefter med stöd av regeringsformen i lag eller balk delegera till regeringen att meddela förordningar. En förordning har samma ”kraft” som lagar men är underordnad dessa. I förordningen kan, i sin tur, en myndighet ges uppgift att meddela föreskrifter om riksdagen i lagen har gett regeringen denna möjlighet till vidare delegering. En sådan myndighet är Naturvårdsverket som sorterar under miljödepartementet.

Utöver nämnda regelverk finns det i Sverige även allmänna råd som kan utfärdas av myndigheter. Allmänna råd är inte bindande utan innehåller rekommendationer om tillämpning av lagar och regler [56].

Som EU-medlem omfattas Sverige av EU:s regelverk. EU fastslår förordningar och direktiv. EU:s förordningar är direkt bindande i alla medlemsstater. EU:s direktiv anger resultat som eftersträvas och när dessa ska uppnås, och lämnar till respektive land att utforma författningar för att uppnå direktivet. EU:s direktiv måste omvandlas till svensk lagstiftning genom riksdagsbeslut. EU:s lagstiftning gäller om ingen strängare lagstiftning finns i Sverige [57]. Underordnat EU:s regelverk följer våra svenska bestämmelser. Riksdagen antar lagar som återfinns i Svensk författningssamling (SFS).

För vissa lagstiftningar är det inte ovanligt att det kommer kompletteringar eller ändringar till grundlagsstiftning. I denna rapport anges grundlagsstiftningen (samt i vissa fall den senaste uppdatering av grundlagsstiftningen som använts vid projektgenomförande). Det åligger läsaren att hålla sig uppdaterad på eventuella ändringar för respektive grundlagsstiftning.

Figur 6 illustrerar tillkomsten av svenska bestämmelser som styr verksamhet i Sverige.



Figur 6 Översikt över tillkomsten av svenska bestämmelser som styr verksamhet.

Figure 6 Overview of the Swedish governing and legal process with regard to regulations steering operations.

4.1.1 Generationsmål och miljö kvalitetsmål

I Sverige finns 16 miljö kvalitetsmål som är beslutade av riksdagen och som många olika aktörer i samhället samverkar för att nå. Ett miljö kvalitetsmål består av olika delmål/etappmål. Förutom de 16 miljö kvalitetsmålen finns också ett generationsmål. Generationsmålet är ett så kallat inriktningsmål för miljöpolitiken, vilket omfattar de grundläggande värdena och de övergripande miljö målsfrågorna. Generationsmålet är vägledande för miljöarbetet på alla nivåer i samhället och ska ge vägledning om de värden som ska skyddas och den samhällsomställning som krävs för att uppnå önskad miljö kvalitetsmål [58].

Generationsmålet lyder [58] ”Det övergripande målet för miljöpolitiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser.”

Miljö kvalitetsmål 15. God bebyggd miljö innehåller ett delmål/etappmål som handlar om avfall och som bland annat innebär att den resurs som avfall utgör, ska tas tillvara i så hög grad som möjligt. För delmålet/etappmålet gäller bland annat att ”senast år 2015 ska minst 60 procent av fosforföreningarna i avlopp återföras till produktiv mark, varav minst hälften bör återföras till åkermark” [59]. Enligt Miljö målsportalen [59] ser det ut att vara möjligt att uppnå 30 procent återföring av fosfor från avlopp till 2012, men för återföring av fosfor från annan produktivmark ser det dock trögare ut.

Det pågår (februari 2012) ett arbete av den parlamentariskt tillsatta miljö målsberedningen att ta fram etappmål för de flesta av miljö kvalitetsmålen, vilket innebär att de gamla

delmålen kommer att försvinna. De sexton Miljökvalitetsmålen kommer dessutom kompletteras med preciseringar som ansvarig myndighet har tagit fram [18].

På Miljömålsportalen, www.miljomal.nu, finns en samlad beskrivning av det miljöarbete som sker för att nå miljömålen.

4.1.2 Miljöbalken (SFS 1998:808)

Miljöbalken, som är en bred miljölagstiftning, trädde i kraft 1 januari 1999. Miljöbalkens syfte är att ”främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö” (SFS 1998:808). Miljöbalkens sju avdelningar innehåller tillsammans ungefär 500 paragrafer uppdelade på 33 kapitel. Det finns även förordningar och föreskrifter som har meddelats med stöd av bestämmelser i Miljöbalken [60].

I miljöbalken återfinns också de allmänna hänsynsreglerna vilka innehåller regler som ska följas av alla, både enskilda personer, företag och organisationer, för att skydda naturen. Hänsynsreglerna gäller för all verksamhet som kan påverka miljön [61] och är därför av hög relevans vid slamanvändningsfrågor. Miljöbalkens hänsynsregler består av fyra paragrafer vilka återfinns i miljöbalken SFS 1998:808, 2 kap. 2-5 §§:

”2 § Alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd skall skaffa sig den kunskap som behövs med hänsyn till verksamhetens eller åtgärdens art och omfattning för att skydda människors hälsa och miljön mot skada eller olägenhet.

3 § Alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd skall utföra de skyddsåtgärder, iakttä de begränsningar och vidta de försiktighetsmått i övrigt som behövs för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten eller åtgärden medför skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. I samma syfte skall vid yrkesmässig verksamhet användas bästa möjliga teknik.

Dessa försiktighetsmått skall vidtas så snart det finns skäl att anta att en verksamhet eller åtgärd kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön.

4 § Alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd skall undvika att använda eller sälja sådana kemiska produkter eller biotekniska organismer som kan befaras medföra risker för människors hälsa eller miljön, om de kan ersättas med sådana produkter eller organismer som kan antas vara mindre farliga. Motsvarande krav gäller i fråga om varor som innehåller eller har behandlats med en kemisk produkt eller bioteknisk organism. Lag (2006:1014).

5 § Alla som bedriver en verksamhet eller vidtar en åtgärd skall hushålla med råvaror och energi samt utnyttja möjligheterna till återanvändning och återvinning. I första hand skall förnybara energikällor användas.”

Förutom hänsynsreglerna innehåller kapitel 2 i Miljöbalken även regler som styr val av plats, ansvar för skada och rimlighetsavvägningar.

Ett flertal lagar är direkt kopplade till bestämmelser i Miljöbalken som ska tillämpas vid provningar och bedömningar. En lag med sådan koppling till Miljöbalken är Skogsvårdslagen (SFS 1979:429).

4.1.3 ABP-lagstiftningen – förordning (EG) nr 1069/2009 och förordning (EU) nr 142/2011

I ABP-lagstiftningen finns bestämmelser som bland annat har som syfte att säkra smittskyddet vid användning av animaliska biprodukter (ABP) för spridning på mark. Organiska gödningsmedel²¹ består ofta av animaliska biprodukter, till exempel av naturgödsel (stallgödsel), kompost eller biogödsel.

I begreppet animaliska biprodukter²² ingår ”sådant från djurriket som inte är livsmedel och som inte är bearbetat eller behandlat till framställda produkter” där framställda produkter definieras som ”produkter som framställts genom en eller flera behandlingar, omvandlingar eller steg i bearbetningen av animaliska biprodukter” [62]. Biogödsel från biogasanläggningar är ett exempel på framställd produkt²³ [62].

Animaliska biprodukter regleras i EU:s förordning om animaliska biprodukter och framställda produkter, förordning (EG) nr 1069/2009²⁴. Till denna tillkommer också förordningen (EU) nr 142/2011²⁵ [62]. ABP-lagstiftningen rör både rötrest/biogödsel och slam från avloppsreningsverk i de fall där ett avloppsreningsverk tar emot ABP-material för behandling i en rötkammare²⁶.

En anläggning som på något sätt befattar sig med animaliska biprodukter och i många fall även av framställda produkter måste, innan verksamhetens start, anmäla detta till Jordbruksverket. Biogas- och komposteringsanläggningar är exempel på anläggningar som kräver godkännande.

ABP-lagstiftningen innehåller bestämmelser om insamling, transport, lagring, bearbetning, användning och bortskaffande av animaliska biprodukter och framställda produkter [62]. Beroende på varifrån den animaliska biprodukten härstammar kommer den att tillhöra någon av de fördefinierade kategorierna i ABP-lagstiftningen. Det finns tre kategorier (kategori 1, kategori 2 och kategori 3). Kategori 1-material är den kategori där de mest

²¹ Definition av organiska gödningsmedel och jordförbättringsmedel enligt (EG) nr 1069/2009: ”olika material av animaliskt ursprung som, vart och ett för sig eller tillsammans, används för att bibehålla eller förbättra växternas näringsförsörjning samt jordens fysikaliska och kemiska egenskaper och biologiska aktivitet. Dessa material kan bestå av naturgödsel, icke-mineraliserad guano, mag- och tarminnehåll, kompost och rötrest.”

²² Definition av animaliska biprodukter enligt (EG) nr 1069/2009: ”hela kroppar eller delar av kroppar från djur, produkter av animaliskt ursprung eller andra produkter som fås från djur och inte är avsedda som livsmedel, inbegripet ägg, embryon och sperma”.

²³ Naturgödsel är bara en framställd produkt om den är bearbetad/behandlad enligt lagstiftningens krav.

²⁴ EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EG) nr 1069/2009 av den 21 oktober 2009 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter och därav framställda produkter som inte är avsedda att användas som livsmedel och om upphävande av förordning (EG) nr 1774/2002 (förordning om animaliska biprodukter)

²⁵ KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EU) nr 142/2011 av den 25 februari 2011 om genomförande av Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1069/2009 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter och därav framställda produkter som inte är avsedda att användas som livsmedel och om genomförande av rådets direktiv 97/78/EG vad gäller vissa prover och produkter som enligt det direktivet är undantagna från veterinärkontroller vid gränsen

²⁶ I praktiken lämnas avloppsreningsverksslammet utanför ABP-lagstiftningen. Men hygieniseringskraven gäller för det ABP-material som samrötas med avloppsslam. Jordbruksverket kräver dock inte handelsdokument enligt ABP-lagstiftningen för avloppsslam som innehåller ABP-material. Frågan är i dagsläget inte utredd på EU-nivå [64].

riskfyllda biprodukterna ingår medan det i kategori 3-material ingår de minst riskfyllda biprodukterna. Kategorierna innehåller således olika typer av biprodukter (material) och det ställs därför olika krav på hur bortskaffning, bearbetning och behandling ska gå till [63].

- Kategori 1-material kan rötas men rötresten måste alltid bortskaffas i enlighet med gällande lagstiftning. Rötning av kategori 1-material förekommer dock inte i Sverige idag.
- Kategori 2-material måste generellt sett bearbetas med godkänd bearbetningsmetod²⁷ i en för ändamålet godkänd anläggning innan rötning. Undantag från detta krav är, under viss förutsättning²⁸, bl.a. naturgödsel, mag- och tarminnehåll och mjölk.
- Kategori 3-material ska generellt sett genomgå hygienisering²⁹ innan rötning. Undantag från detta krav redovisas i bilaga V i förordningen (EU) nr 142/2011 (Kapitel 1, Avsnitt 1, punkt 2).

Vid tillverkning av organiska gödningsmedel från animaliska biprodukter måste kraven i ABP-lagstiftningen följas. Kraven varierar beroende på vilken kategori ursprungsmaterialet tillhör [65].

När animaliska biprodukter och i de flesta fall även framställda produkter transporteras ska transporten åtföljas av ett handelsdokument. Ett handelsdokument ska innehålla bland annat mängd, kategoritillhörighet, ursprung m.m. Om inte det standardiserade dokumentet som ligger i förordning (EU) nr 142/2011 används ska tillämpligt dokument som Jordbruksverket tagit fram användas alternativt ett digitalt system som Jordbruksverket godkänt. Det ställs också krav på fordon och behållare vad gäller märkning, tvätt och rengöring. Läs mer i bilaga VIII i förordning (EU) nr 142/2011 om de specifika kraven kring handelsdokument och fordon.

Några specialfall som rör rötning och dess produkter:

- Matavfall av kategori 3 kan hygieniseras genom andra metoder än den i förordningen nämnda metoden²⁹. Om matavfall är enda ABP råvara in i en anläggning kan nationell lagstiftning träda in. I Sverige efterföljs då Naturvårdsverkets Allmänna råd, NFS 2003:15, kring kompostering och rötning³⁰ [63].
- Alternativa hygieniseringsmetoder kan användas för kategori 3 material liksom för vissa kategori 2-material (t.ex. naturgödsel), dessa måste godkännas av Jordbruksverket efter validering. [63].

²⁷ Om kategori 2-material ska bearbetas är det alltid enligt metod 1 (d.v.s. trycksterilisering; 133 °C, 20 min med minst 3 bars tryck). Utförligt om bearbetningsmetoder finns att läsa i Bilaga IV i ABP-lagstiftningen.

²⁸ Undantaget gäller bara under förutsättning att den behöriga myndigheten (Jordbruksverket) inte anser att det medför en risk för spridning av allvarliga överförbara sjukdomar.

²⁹ Godkänd metod är hygienisering i 70° C, 1 h och maximal partikelstorlek på 12 mm. Andra metoder kan valideras och på så vis bli godkända. När det gäller matavfall och matavfall i kombination med vissa material som t.ex. naturgödsel, mjölk, och ägg gäller dock att likvärdig reduktion av patogener uppnås.

³⁰ NFS 2003:15 Naturvårdsverkets allmänna råd till 2 kap. 3 § miljöbalken (1998:808) om metoder för yrkesmässig lagring, rötning och kompostering av avfall;

- Följande kategori 2 material får användas som råvara i en biogasanläggning utan bearbetning: naturgödsel, mag- och tarmsystemet och dess innehåll, mjölk, mjölkbaserade produkter, råmjölk, ägg, och äggprodukter. Dock kvarstår i vissa fall krav på hygienisering [63].
- Kategori 2-material får även ”*spridas på mark utan bearbetning när det gäller naturgödsel, från mag- och tarmsystemet avskilt mag- och tarminnehåll, mjölk, mjölkbaserade produkter och råmjölk som den behöriga myndigheten inte anser medföra risk för spridning av allvarliga överförbara sjukdomar*” (EG nr 1069/2009).

I förordningen (EU) 142/2011 regleras begränsningar för användningen, skörd av grovfoder får göras tidigast efter tre veckor från den senaste användningen.

Svensk lagstiftning ställer också krav när det gäller spridning av slam som innehåller ABP-material. Enligt SJVFS 2006:84 får produktionsdjur inte släppas på mark där organiska gödningsmedel eller jordförbättringsmedel, andra än naturgödsel, har använts förrän tidigast efter sex³¹ veckor från den senaste användningen.

I Sverige kompletteras ABP-lagstiftningen av vissa svenska bestämmelser [62], bland annat:

- SJVFS 2006:84 Föreskrifter om befattning med animaliska biprodukter och införsel av andra produkter, utom livsmedel, som kan sprida smittsamma sjukdomar till djur;
- SFS 2006:805 Lag (2006:805) om foder och animaliska biprodukter
- SFS 2006:814 Förordning (2006:814) om foder och animaliska biprodukter

4.1.4 Naturvårdsverkets förslag till ny förordning för avloppsfraktioner, 2010

Förutom de idag gällande regelverken har Naturvårdsverket tagit fram ett förslag till ny förordning för användning av avloppsfraktioner³² (slamförordningen). Förslaget är en följd av Naturvårdsverkets revidering av rapport 5214, Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp [66]. Miljödepartementet beslutade i januari 2012 att inte införa Naturvårdsverkets förslag till ny förordning för avloppsfraktioner utan kom istället med ett nytt regeringsuppdrag³³ [67].

Syftet med Naturvårdsverkets förslag till förordning för avloppsfraktioner (2010) är ”att reglera användningen av avloppsfraktioner på ett sådant sätt att skadliga effekter på mark, vatten, vegetation, djur och människor hindras, samtidigt som användningen främjar en

³¹ Grundkravet i EU-lagstiftningen är tre veckor, men Sverige har krävt längre karenstid (sex veckor).

³² Definition för avloppsfraktioner enligt Naturvårdsverkets förslag till förordning: ”Slam från avloppsreningsverk, slamavskiljare eller liknande anordningar som behandlar avloppsvatten från hushåll, eller från andra reningsverk som behandlar avloppsvatten med liknande sammansättning samt, klosettatten, urin och innehåll i slutna tankar.”

³³ I februari 2012 fick Naturvårdsverket ett regeringsuppdrag där de ska utreda möjligheterna till fosforåtervinning. Uppdraget ska genomföras i samråd med flera andra myndigheter och ska redovisas senast den 12 augusti 2013 (<http://www.regeringen.se/sb/d/15859/a/185397>).

hållbar utveckling” [68]. Förordningsförslaget omfattar användning på all mark och innehåller regler för både metallhalter och smittskydd. Förslaget omfattar inga regler för organiska föroreningar från avloppsfraktioner. Angående organiska föroreningar föreslår Naturvårdsverket istället övervakning och kartläggning [66].

Förordningsförslaget innebär strängare gränsvärden för metallhalterna kadmium (Cd) och kvicksilver (Hg) samt en utökning med gränsvärden för silver (Ag). Förslagets gränsvärden för den mängd metall som får spridas med slam omfattar enbart på åkermark, trots att behovet av kriterier för begränsning av spridning av metaller även finns på övrig mark. Där saknas i dagsläget dock underlag för regleringen.

Förslagets hygieniseringskrav/smittskyddskriterier omfattar all markanvändning. Hygieniseringskraven/smittskyddskriterierna innebär ökade krav på behandling och vissa begränsningar vid markanvändning. Behandlingsmetoderna är uppdelade på två olika behandlingsklasser, klass A och klass B. Klass A innebär normalt slutna kontrollerade processer som baseras på behandlingstemperaturer över 50 °C samt att allt material ska uppnå en given temperatur under en given tid. Klass B innebär normalt öppna definierade processer som har en behandlingstemperatur under 50 °C där materialet behandlas under en längre tid än vid klass A. I Tabell 13 redovisas tillämplig markanvändning beroende av hur slammet blivit hygieniserat. Användningen kan begränsas oavsett behandlingsklass eller utifrån viss behandlingsklass [66].

Tabell 13 Förslag på tillämplig markanvändning beroende av hur slammet blivit hygieniserat. Förslagen återfinns i "Naturvårdsverkets förslag till förordning för avloppsfraktioner, 2010 (Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp)" [68].

Table 13 Proposals for applicable land use with regard to how the sludge has been sanitized. The proposal can be found in the "Environmental Protection Agency's proposed regulation for wastewater fractions, 2010 (Action plan for the disposal of phosphorus from sewage)" [68].

Hygieniserat enligt klass A eller B	Användningsområde	Godkänt Ja/Nej	Motivering
A & B	Betesmark	Nej, karenstid på två år	Bakteriesporer avdödas inte under slambehandlingen, därav kvarstår sedan tidigare förbud slamspridning på betesmark och fodergrödor ³⁴ . Karenstid på två år!
A & B	Grovfodergrödor/vallfodergrödor	Nej, karenstid på två år	
A & B	Grönsaker, rotfrukter, frukt och bär, speciellt om dessa konsumeras råa	Nej	Slamspridning kan orsaka allvarliga konsekvenserna om ofullständigt hygieniserat slam sprids på grönsaker, frukt, bär, rotfrukter och potatis. Ytterligare är acceptansfrågan avgörande för dessa grödor.
A	Skog	Ja ³⁵	Försiktighet eftersträvas eftersom både djur och människor kan bli exponerade ³⁶ .
B	Socketbetor och potatis som odlas för stärkelseproduktion	Ja	Konsumeras ej.
B	användning på grönytor där människor normalt vistas, såsom i parker (gräsmattor och rabatter), på golfbanor och på idrottsplatser.	Ja	
B	Växtetableringsskiktet samt användning som toppdressing.	Nej	
B	Trädgårdsodling och krukodling	Nej	
B	Slam till privatpersoner	Nej	

³⁴ Exempelvis finns det vissa typer av sporbildande bakterier som kan orsaka problem i mejeriindustrin.

³⁵ Skogsstyrelsen prövar varje enskilt ärende enligt Miljöbalken [69].

³⁶ Exponering kan exempelvis ske vid svamp- och bärplockning eller annan vistelse i skogen.

4.1.5 Certifieringssystem

Utöver lagstiftning finns det frivilliga certifieringssystem, ett ”verktyg” som kan användas för att säkerställa en viss kvalitet hos slammet. Certifiering innebär att ställda krav i någon form av specifikation/standard uppfylls. Att kraven uppfylls styrks av ett oberoende certifieringsorgan och bekräftas genom utfärdat certifikat. Kontroller, både egenkontroll och oberoende övervakande kontroll, sker kontinuerligt för att garantera att kraven uppfylls.

Certifieringssystem för små avloppsanläggningar kommer inte att behandlas i projektet eftersom mängden slam från dessa är mycket små i förhållande till andra slamsorter.

4.2 Jordbruksanvändning

Det finns i dagsläget lagstiftning som reglerar jordbruksanvändningen för stallgödsel, andra organiska gödselmedel³⁷ och avloppsslam³⁸ (Tabell 14). Utöver idag gällande regelverk är också Naturvårdsverkets förslag till förordning för avloppsfraktioner, 2010 relevant för jordbruksanvändningen. Ytterligare finns det flera frivilliga certifieringssystem som ställer olika krav på slutprodukten.

³⁷ Definition för ”andra organiska gödselmedel” enligt SJVFS 2004:62: ”Organiska ämnen av biologiskt ursprung, dock ej stallgödsel, som kan användas som gödselmedel”.

³⁸ Definition för avloppsslam enligt SNFS 1994:2: ”Slam från avloppsreningsverk, flerkammarbrunnar eller liknande anordningar som behandlar avloppsvatten från hushåll eller tätorter, eller från andra reningsverk som behandlar avloppsvatten med liknande sammansättning.”

Tabell 14 Lagstiftning och rekommendationer som har relevans till jordbruksanvändning av olika slam.

Table 14 Legislation and recommendations relevant for agricultural use of different sludge.

EU	
Förordning	
(EG) nr 1069/2009	EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EG) nr 1069/2009 av den 21 oktober 2009 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter och därav framställda produkter som inte är avsedda att användas som livsmedel och om upphävande av förordning (EG) nr 1774/2002 (förordning om animaliska biprodukter)
(EU) nr 142/2011	KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EU) nr 142/2011 av den 25 februari 2011 om genomförande av Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1069/2009 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter och därav framställda produkter som inte är avsedda att användas som livsmedel och om genomförande av rådets direktiv 97/78/EG vad gäller vissa prover och produkter som enligt det direktivet är undantagna från veterinärkontroller vid gränsen
Direktiv	
86/278/EEG	Rådets direktiv 86/278/EEG av den 12 juni 1986 om skyddet för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket
91/692/EEG	Rådets direktiv 91/692/EEG av den 23 december 1991 om att standardisera och rationalisera rapporteringen om genomförandet av vissa direktiv om miljön
Sverige	
Lag eller balk	
SFS 1998:808	Miljöbalk (1998:808) (2 kap. Hänsynsregler, 12 kap. Jordbruk och annan verksamhet)
Förordning	
SFS 1998:944	Förordning (1998:944) om förbud m.m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter
Förslag till ny förordning	Naturvårdsverkets förslag till förordning för avloppsfraktioner, 2010 (Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp) [68]
Föreskrift	
SJVFS 2006:84	Befattning med animaliska biprodukter och införsel av andra produkter, utom livsmedel, som kan sprida smittsamma sjukdomar till djur
SJVFS 2004:62	Föreskrifter och allmänna råd om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring)
SNFS 1994:2	Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket
Frivilliga certifieringssystem	
SPCR 120	Certifiering av biogödsel (Certifierad återvinning)
REVAQ	Certifiering av slamproduktion från reningsverk
KRAV	Certifiering av ekologiska produkter med högre krav
IP SIGILL	Certifiering av livsmedel

4.2.1 Allmänt jordbruksmark – SJVFS 2004:62

Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring, SJVFS 2004:62, täcker alla gödselmedel (stallgödsel och andra organiska gödselmedel³⁹) när de används inom jordbruk och därmed även slam. SJVFS 2004:62 begränsar tillförseln av växtnäringsämnen till jordbruksmark. I denna rapport har versionen SJVFS 2011:25 använts för tolkning av grundföreskriften SJVFS 2004:62.

Grundbestämmelsen säger att maximalt 22 kg totalfosfor per hektar och år får tillföras spridningsarealen under en femårsperiod (Tabell 15). Gödseln ska under femårsperioden ha tillförts på hela spridningsarealen (SJVFS 2011:25 8 §).

Inom känsliga områden får man inte tillföra mer kväve via stallgödsel än maximalt 170 kg totalkväve per hektar och år. Begränsningen gäller inte kväve i övriga organiska gödselmedel (Tabell 15) (SJVFS 2011:25 19a §). Inför höstsådd av oljeväxter får högst 60 kg lättillgängligt kväve per hektar tillföras, och inför höstsådd av övriga grödor får högst 40 kg lättillgängligt kväve tillföras (SJVFS 2011:25 19b §).

Tabell 15 Maximal mängd totalfosfor som får tillföras jordbruket från stallgödsel och andra organiska gödselmedel samt maximal mängd totalkväve som får tillföras jordbruket från stallgödsel enligt SJVFS 2004:62. För tillförseln av totalfosfor gäller mängden som ett genomsnitt för en femårsperiod.

Table 15 Maximum allowance of total phosphorus to be spread in agricultural land from manure and maximum allowance of total nitrogen to be spread in agricultural land from manure according to SJVFS 2004:62. For the delivery of total phosphorus the amount is an average value for five years period.

Växtnäring	Maximal mängd [kg/ha, år]	Maximal mängd [kg/ha, spridningstillfälle]
Totalfosfor	22	110 ^A
Totalkväve (via stallgödsel) ^B	170	

^A Beräknat utifrån att en femårsgiva läggs ut (max 22 kg tot-P/ha, år under en femårsperiod (SJVFS 2011:25 8§)).

^B Observera att maximala mängden totalkväve enbart gäller för stallgödsel inom känsliga områden. Inga maximala mängder för totalkväve när det gäller organiska gödselmedel finns i SJVFS 2004:62.

Förutom maximal tillförsel av växtnäringsämnen innefattar SJVFS 2004:62 också när och var spridning på jordbruksmark får ske. När spridning på jordbruksmark får ske beror bland annat på var i landet man är.

SJVFS 2004:62 innehåller regler som gäller för hela landet (generella regler) och regler som gäller för känsliga områden. För känsliga områden gäller både de generella reglerna och de regler som gäller för det specifikt känsliga området. Känsliga områden är de områden i Sverige där miljön är särskilt känslig för påverkan av växtnäringsläckage från jordbruket. Till områden klassade som känsliga områden hör: Blekinge, Skåne och Hallands län, Öland

³⁹ Definition för ”andra organiska gödselmedel” enligt SJVFS 2004:62: ”Organiska ämnen av biologiskt ursprung, dock ej stallgödsel, som kan användas som gödselmedel”.

och Gotland. Även övriga kustområden från Västra Götaland till Stockholms län samt jordbruksområden kring Mälaren och Hjälmaren, i Östergötland och söder om Vänern. Enligt SJVFS 2004:62 (version SJVFS 2011:25) gäller, bland annat, nedan bestämmelser vid spridning av gödselmedel. Observera att detta är författarnas tolkning av föreskriften och att den senaste versionen av SJVFS 2004:62 bör studeras för exakt underlag till dessa punkter:

- Utanför känsliga områden ska gödselmedel som sprids under perioden 1 dec. – 28 feb. brukas ned inom 12 timmar (SJVFS, 2011 23a §).
- Inom känsliga områden är det dock inte tillåtet att sprida gödselmedel under perioden 1 nov. – 28 feb. (SJVFS, 2011 25 §).
- I de känsliga områdena Skåne, Blekinge och Hallands län får stallgödsel och andra organiska gödselmedel, under perioden 1 aug. – 31 okt., enbart spridas i växande gröda eller inför höstsådd av höstoljeväxter, men på lerjordar är spridning även tillåten inför höstsådd av annan gröda än höstoljeväxter. Spridning i fånggröda är ej tillåten (SJVFS, 2011 26 §).
- I de känsliga områdena Skåne, Blekinge och Hallands län får, under perioden 1 okt. – 31 okt., fasta gödselslag spridas i både växande gröda som inte är fånggröda och på obevuxen mark (SJVFS, 2011 26a §).
- Vid spridning av stallgödsel på obevuxen mark i Blekinge, Skåne och Hallands län ska nedmyllning ske inom fyra timmar (SJVFS, 2011 27 §). Fasta gödselslag som sprids på obevuxen mark under perioden 1 okt.-31 okt. ska brukas ned inom 4 timmar (SJVFS, 2011 27 §).
- I de känsliga kustområdena, i känsliga områden i Västra Götalands och Östergötlands läns inland, i känsliga områden kring Hjälmaren och Mälaren, i Gotlands län samt på Öland får stallgödsel och andra organiska gödselmedel, under perioden 1 aug. – 31 okt., enbart spridas i växande gröda eller inför höstsådd. Spridning i fånggröda är ej tillåten (SJVFS, 2011 28a §).
- I de känsliga kustområdena får, under perioden 1 okt. – 31 okt., ändå fasta gödselslag spridas i växande gröda som inte är fånggröda och på obevuxen mark (SJVFS, 2011 28b §).
- Fasta gödselslag som sprids på obevuxen mark i de känsliga kustområdena, i känsliga områden i Västra Götalands och Östergötlands läns inland, i känsliga områden kring Hjälmaren och Mälaren, i Gotlands län samt på Öland under perioden 1 okt. – 31 okt. ska brukas ned inom 12 timmar (SJVFS, 2011 28d §)

4.2.2 Slutprodukt innehållande avloppsslam – SNFS 1994:2, SFS 1998:944

Gränsvärden för slutprodukt innehållande avloppsslam⁴⁰ som ska spridas på jordbruksmark regleras av SFS 1998:944 och SNFS 1994:2. I SFS 1998:944 anges maximalt tillåtna metallhalter i avloppsslam för jordbruksändamål (Tabell 16). I SNFS 1994:2 anges gränsvärden för den maximala mängd metaller som årligen får tillföras åkermark vid användning av avloppsslam (Tabell 17) och gränsvärden för tillåtna metallhalter i åkermark (Tabell 18). I Naturvårdsverkets förslag till förordning för avloppsfraktioner, 2010, föreslås en sänkning av metallhalterna för kadmium och kvicksilver, samtidigt som listan föreslås utökas med gränsvärden för silver (Tabell 16 och Tabell 17). I Tabell 16 anges också de riktvärden som gäller för metallhalter i certifierat biogödsel enligt Certifierad återvinning SPCR 120 och högsta tillåtna halter i slam från certifierat avloppsreningsverk enligt REVAQ.

Tabell 16. Metallhalter i avloppsslam, avloppsfraktioner, certifierad biogödsel respektive slam från REVAQ-certifierade avloppsreningsverk vid jordbruksanvändning.

Table 16 Metal content in sludge from sewage treatment plants, sewage fractions, certified biofertilizer and sludge from REVAQ-certified sludge sewage treatment plants for agricultural use.

Regelverk	SFS 1998:944	NV:s Förslag till förordning	SPCR 120	REVAQ
Beskrivning	Högst tillåtna halter i avloppsslam	Högst tillåtna halter i avloppsfraktioner	Riktvärden halter i biogödsel	Högst tillåtna halter i avloppsslam ¹ år 2011 och 2025
	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
Bly	100	100	100	31 – 31
Kadmium	2	1,3	1	0,94 – 0,46
Koppar	600	600	600	375 – 375
Krom	100	100	100	50 – 50
Kvicksilver	2,5	1	1	1,4 – 0,29
Nickel	50	50	50	31,2 – 31,2
Silver	-	8	-	7 – 0,7
Zink	800	800	800	750 – 750

¹Metallhalterna i avloppsslam är beräknade utifrån de fastställda krav som finns vid spridning av slam med full fosforgiva (22 mg P/ha, år) enligt certifieringsreglerna REVAQ. Om fosforhalten (2,7 % P-innehåll i slam (TS)) i avloppsslammet minskar behöver även metallhalterna minska i samma utsträckning för att angivna värden i tabellen ska vara gällande [18].

⁴⁰ Definition för avloppsslam enligt SNFS 1994:2: ”Slam från avloppsreningsverk, flerkammarbrunnar eller liknande anordningar som behandlar avloppsvatten från hushåll eller tätorter, eller från andra reningsverk som behandlar avloppsvatten med liknande sammansättning.”

Tabell 17 Mängd metall som högst får tillföras åkermark. Observera skillnaden mellan de två regelverken: För SNFS 1994:2 gäller detta som genomsnitt för en sjuårsperiod (sjuårsgiva) och för Naturvårdsverkets förslag till förordning för avloppsfraktioner, 2010, gäller halterna som genomsnitt för en femårsperiod (femårsgiva).

Table 17 Metal content allowance for spreading in cropland. Note the difference between the two legal frameworks: SNFS 1994:2 allowance is valid for an average of seven years whereas the Environmental Protection Agency's proposed regulation for wastewater fractions, 2010, foresees five years period.

Regelverk	SNFS 1994:2	NV:s Förslag till förordning
Beskrivning	Högsta tillåtna halter till åkermark för avloppsslam <i>Genomsnitt för sjuårsperiod</i> [g/ha, år]	Högsta tillåtna halter till åkermark för avloppsfraktioner <i>Genomsnitt för femårsperiod</i> [g/ha, år]
Bly	25	25
Kadmium	0,75	0,55, 0,45 (år 2020), 0,35 (år 2025)
Koppar	300	300
Krom	40	40
Kviksilver	1,5	0,8
Nickel	25	25
Silver	-	6
Zink	600	600

Tabell 18 Metallhalter i åkermark vid användning av avloppsslam (avloppsfraktioner)

Table 18 Metal concentrations in arable land when using sewage sludge (sewage fractions)

Regelverk	SNFS 1994:2	NV:s Förslag till förordning
Beskrivning	Högst tillåtna halter i åkermark vid användning av avloppsslam [mg/kg TS i jord]	Högst tillåtna halter i åkermark vid användning av avloppsfraktioner [mg/kg TS i jord]
Bly	40	40
Kadmium	0,4	0,4
Koppar	40	40
Krom	60	60
Kviksilver	0,3	0,3
Nickel	30	30
Silver	-	-
Zink	100	100

SNFS 1994:2 innehåller klassificering av jorden i olika fosforklasser, vilka bygger på löslig fosfor (P-AL), och utifrån dessa finns begränsningar för mängden totalfosfor som kan tillföras åkermark. Begränsningen i SNFS 1994:2 gäller dock ej utan det är grundbestämmelsen i SJVFS 2004:62, det vill säga 22 kg P/ha och år, som måste uppfyllas vid användning på åkermark (Tabell 15).

I SNFS 1994:2 begränsas växtnäringsämnet kväve utifrån maximal mängd ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) som högst får tillföras åkermark via avloppsslam (Tabell 19). Jämför med mängden totalkväve som får tillföras jordbruket från stallgödsel enligt SJVFS 2004:62 (Tabell 15).

Tabell 19 Maximal mängd ammoniumkväve som högst får tillföras åkermark via avloppsslam (SNFS 1994:2). Tillförsel kan delas upp på flera spridningstillfällen, men maximalt får tillförseln ej överstiga 150 kg ammoniumkväve per hektar under spridningsåret (SNFS 1994:2).

Table 19 Limit value for ammoniac nitrogen content in sewage sludge to be spread on cropland (SNFS 1994:2). The spreading can be divided into several spreadings, but the total amount must not exceeding 150 kg ammonium nitrogen per hectare during the one year (SNFS 1994:2).

Kväve	[kg/ha, år]	[kg/ha, spridningstillfälle]
Ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$)	150	150

För substrat som samrötas med avloppsslam omfattas slutprodukten av regler för avloppsslam. Vid jordbruksanvändning av en slutprodukt innehållande avloppsslam gäller regelverket för avloppsslam [69].

För substrat som innehåller animaliska biprodukter, oavsett om detta rötas på en samrötningsanläggning (biogödsel från samrötningsanläggning) eller ett avloppsreningsverk (slam), gäller förutom annan lagstiftning även EU:s förordning om animaliska biprodukter (se Kapitel 4.1.3, ABP-lagstiftningen).

4.2.3 Frivilliga certifieringssystem

4.2.3.1 Certifierad återvinning: SPCR 120 Certifiering av biogödsel

Avfall Sverige har sedan år 1999 ett certifieringssystem för biogödsel (SPCR 120) och ett för kompost (SPCR 152) – Certifierad återvinning. Certifieringen leder fram till en kvalitetsmärkt produkt, där syftet är att öka kundens förtroende för produkten och förbättrar användningsmöjligheterna. Certifierad produkt får märkas med Certifierad Återvinning.

För certifiering enligt SPCR 120 får en biogasanläggning enbart behandla material som finns med på certifieringsreglernas positivlista (bilaga 1a i SPCR 120) [9]. Utgångspunkten för materialen är att de ska vara rena, källsorterade och biologiskt lättnedbrytbara och att de har sitt ursprung i livsmedels- eller foderkedjan. Om processhjälpmedel används måste även dessa vara godkända enligt certifieringsreglerna (bilaga 1b i SPCR 120) [9]. Nya processhjälpmedel eller substrat kan godkännas av certifieringssystemets styrgrupp. Vid behandling av animaliska biprodukter (exempelvis slakteriavfall och gödsel) gäller de regler som finns i ABP-lagstiftningen, förordning (EG) nr 1069/2009 och förordning (EU) nr 142/2011.

SP – Sveriges Tekniska Forskningsinstitut anlitas för att genomföra besiktningar och för att utfärda certifikat. Certifieringen innebär att det finns dokumenterade rutiner för hela hanteringskedjan från råvara till slutprodukt och att regelbundna kontroller av till exempel

metallhalter och patogener genomförs. När alla rutiner finns på plats och analyserna visar på godkända värden under minst ett kalenderår (kvalifikationsår) blir slutprodukten certifierad. Vanligtvis tar det minst ett och ett halvt år från påbörjat kvalifikationsår till certifierad anläggning. En certifierad anläggning får besök av besiktningsorganet en till två gånger per år, varvid arbetet granskas och det kontrolleras att produkterna uppfyller kraven.

De krav som ställs på SPCR-certifierad slutprodukt är bland annat:

- Riktvärden för metallhalter i biogödseln, se Tabell 16 (tidigare avsnitt).
- Att slutprodukten ska uppfylla krav på smittskydd (analyser av *E. coli*, *Enterococaceae* och *Salmonella*) enligt ABP-lagstiftningen.
- Synliga föroreningar > 2 mm får ej överstiga 0,5 viktsprocent av torrsubstansen.

För mer information om kraven på SPCR 120-certifierad slutprodukt hänvisas till Avfall Sveriges Certifieringsregler för biogödsel, SPCR 120 [9].

4.2.3.2 REVAQ: Certifiering av slamproduktion från reningsverk

Certifieringssystemet REVAQ, vilket innebär certifiering av uppströmsarbete och slamproduktion, ägs av Svenskt Vatten och är ett samarbete tillsammans med LRF, Lantmännen och Svensk Dagligvaruhandel och i dialog med Naturvårdsverket. REVAQ omfattar (i nuläget) enbart slam från avloppsreningsverk. År 2002 startade REVAQ som ett utvecklingsprojekt och år 2008 blev det certifieringssystem som det är idag [70].

För att ett reningsverk ska kunna bli REVAQ-certifierat krävs att uppströmsarbete sker, att det arbetas med ständiga förbättringar och att man är öppen med informationen. Syftet med certifieringssystemet är att kvalitetssäkra reningsverkens arbete med återföring av slam till jordbruk. Återföring av slam är också certifieringssystemets huvudmål [70]. De långsiktiga målen med REVAQ-certifieringen är att innehållet av metaller och oönskade organiska ämnen i inkommande avloppsvatten inte ska överstiga det i klosettvattnet, och att halterna av essentiella metaller i jordbruksmarken inte ska öka vid återföring av slam.

Det krav och mål som finns inom REVAQ rör bland annat oönskade spårelement, oönskade organiska ämnen samt hygieniska parametrar [71] och innebär:

- För prioriterade spårelement finns krav på maximal ackumuleringstakt i jorden (Tabell 20) och för kadmiumfosforkvoten finns maximalt årsmedelvärde (Tabell 21).
- Innehållet av oönskade organiska ämnen i slammet ska minimeras, vilket görs genom uppströmsarbete. Anslutna verksamheters användning av organiska ämnen, produktion och utsläpp ska kartläggas och åtgärder ska vidtas. De anslutna verksamheter, där det har identifierats oönskade ämnen, ska ta fram handlingsplaner för hur PRIO-ämnena ska fasas ut eller hindras nå avloppsvattnet.
- Reningsverket ska med hjälp av mål och handlingsplaner arbeta aktivt för att förbättra slammets kvalitet. Slammet ska vara stabiliserat och hygieniserat och därmed salmonellafritt (för hygieniseringsmetoder, se bilaga 3 i REVAQ) [71].

För 60 olika spårelement finns angivet maximal tillförsel till åkermark (g/ha, år) för respektive år från år 2011 till år 2025. Halterna för de 60 olika spårelementen redovisas i Tabell 36, Bilaga A.

Ytterligare ställer REVAQ krav på maximal kadmiumfosforkvot. Kadmiumfosforkvoten ska minska linjärt från år 2011 till 2025 [72]. Se Tabell 21.

Tabell 20 Maximal ackumuleringstakt i jorden per år enligt REVAQ [71].

Table 20 Maximum accumulation rate in soil per year according to REVAQ [71]

Datum – från och med	Maximal ackumuleringstakt i jorden [%/år]	Undantag
2011-01-01	1,0	För Ag och Sb gäller 2,0 %
2025-01-01	0,2	

Tabell 21. Maximal kadmiumfosforkvot i slam enligt REVAQ [72].

Table 21 Maximum cadmium phosphorus ratio according to REVAQ [72]

Datum – från och med	Kadmiumfosforkvot ^A [mg Cd/kg P]	Kadmiumgiva ^A [g Cd/ha, år]
2012-01-01	33	0,72
2025-01-01	17	0,37

^A Årsmedelvärde

^B Vid fosforgiva på 22 kg P/ha, år

4.2.3.3 KRAV: Certifiering av ekologiska produkter med högre krav

KRAV är en miljömärkning för mat, uppbyggd på ekologisk grund med särskilt höga krav på djuromsorg, hälsa, socialt ansvar och klimatpåverkan. KRAV:s regler innefattar EU:s regler för ekologisk produktion, (EG) nr 834/2007, men innehåller både högre krav och fler områden. KRAV-godkända produkter märks med KRAV-märket. För certifierade produktionshjälpmedel finns ett särskilt märke [73].

Det finns fem olika oberoende certifieringsorgan som är ackrediterade för att erbjuda KRAV-certifiering. Ett KRAV-anslutet företag får minst en gång per år revision av en revisor från något av certifieringsorganen för att säkerställa att produktionen sker enligt uppsatta regler. Vid anslutning av växtodling, växthusproduktion, djurhållning eller vattenbruk till KRAV krävs viss karenstid innan produkter får börja säljas som KRAV-godkända [73]. Under karenstiden ska KRAV-reglerna följas men produkten får inte säljas som KRAV-certifierad [74].

Inom KRAVs regler får två olika slags produktionshjälpmedel⁴¹ användas: ”KRAV-certifierade produktionshjälpmedel” eller ”tillåtna produktionshjälpmedel”. Det är enbart

⁴¹ Definition för ”produktionshjälpmedel” enligt Regler för KRAV-certifierad produktion, utgåva januari 2011: ”Insats medel i jordbruket, till exempel gödsel, jordförbättrings- och växtskyddsmedel, djurvårdsmedel och desinfektionsmedel i lagerlokaler”

certifierade produktionshjälpmedel som får märkas med KRAVs märke för produktionshjälpmedel [74].

KRAV-godkänd produktion strävar efter att sluta kretslopp. Många organiska gödselmedel är tillåtna och även vissa oorganiska gödselmedel. Konstgödsel får inte användas, men mineraliska gödselmedel i naturliga former får användas [73]. I KRAVs regler [74] redovisas vilka gödselmedel som är tillåtna och vilka som inte är det. Till exempel är vissa typer av konventionellt stallgödsel tillåtna att använda medan vissa typer är undantag från tillåten användning. Avloppsslam, urin eller fekalier får inte i någon form spridas på KRAV-ansluten mark [74]. Kemiska bekämpningsmedel och genetiskt modifierade organismer (GMO) tillåts heller inte inom KRAV-produktion [74]. Exempel på substrat som inte är godkända för ekologisk odling är avloppsprodukter och slakteriavfall [75].

KRAV-certifierad växtodling innehåller bland annat följande regler gällande tungmetaller och växtnäring [74]:

- Mängden tungmetaller som tillförs åkermark vid KRAV-certifierad växtodling ska begränsas. Högst tillåtna tillförseln av tungmetaller redovisas i Tabell 22.
- Åtgärder för att minska växtnäring förlusterna ska redovisas, gödslingen ska anpassas efter grödans behov och en växtnärbalans för den KRAV-certifierade odlingen ska årligen redovisas.

Tabell 22 Mängd tungmetaller som högst får tillföras åkermark per år under en femårsperiod enligt KRAVs växtodlingsregler [74].

Table 22 Maximum allowance for heavy metals to be spread on cropland per year over a five years period according to KRAV crop production rules [74].

Metall	Högsta tillåtna halter till åkermark.
	Genomsnitt för femårsperiod [g/ha, år]
Bly	50
Kadmium	0,75
Koppar	500
Krom	50
Kvicksilver	1
Nickel	50
Zink	700

För fullständig information om certifieringssystemet KRAV och vilka gödselmedel som är tillåtna att använda inom KRAV-certifierad produktion hänvisas till KRAVs Regler för KRAV-certifierad produktion [74].

4.2.3.4 IP SIGILL: Certifiering av livsmedel

Certifieringssystemet IP SIGILL sträcker sig från primärproduktion till förädling. IP SIGILL ägs av Sigill Kvalitetssystem AB (dotterbolag till LRF). IP SIGILL innehåller regler inom områdena livsmedelssäkerhet, djursorg och miljö. Reglerna inom IP SIGILL är baserade på svensk lagstiftning, men är vissa fall utanför dess ramar. Certifieringssystemet

innehåller olika produktionsinriktningar, där varje inriktning innehåller regler som beskriver vad som måste uppfyllas för certifierad produktion [76]. Svenskproducerade råvaror som är certifierade enligt IP SIGILL får märkas med Svenskt Sigill efter avtal om licens.

”IP SIGILL spannmål och oljeväxter” är standard för kvalitetssäkrad spannmåls- och oljeväxtproduktion. Standarden har bland annat följande krav [77]:

- ”Avloppsslam från reningsverk ska inte användas.”
- ”Endast hygieniserade, kvalitetssäkrade avloppsfraktioner och restprodukter godkända av IP SIGILL, med känt näringsinnehåll och garantier vad det gäller dess innehåll av metaller och andra föroreningar, får användas”.
Detta innebär att en jordbrukare kan använda biogödsel godkända enligt SPCR 120, men med tilläggskrav på kadmiumbalans för att säkerställa att inte nivån ökar i marken och med begränsad användning.
- ”Gödselmedel med lågt kadmiuminnehåll ska användas”.
Det innebär att NP- och NPK-produkter med max 12 mg Cd per kg P eller P- och PK-produkter med max 30 mg Cd per kg P ska användas.

4.3 Skogsanvändning

Vid eventuell användning av slam i skog gäller de lagar och rekommendationer som återges i Tabell 23.

Tabell 23 Lagstiftning och rekommendationer som har relevans till användning av olika slam på skogsmark.

Table 23 Legislation and recommendations relevant to the use of different sludge on forest land.

EU	
Förordning	
(EG) nr 1907/2006	Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1907/2006 av den 18 december 2006 om registrering, utvärdering, godkännande och begränsning av kemikalier (Reach), inrättande av en europeisk kemikaliemyndighet, ändring av direktiv 1999/45/EG och upphävande av rådets förordning (EEG) nr 793/93 och kommissionens förordning (EG) nr 1488/94 samt rådets direktiv 76/769/EEG och kommissionens direktiv 91/155/EEG, 93/67/EEG, 93/105/EG och 2000/21/EG
Direktiv	
86/278/EEG	Rådets direktiv 86/278/EEG av den 12 juni 1986 om skyddet för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket
91/692/EEG	Rådets direktiv 91/692/EEG av den 23 december 1991 om att standardisera och rationalisera rapporteringen om genomförandet av vissa direktiv om miljön
2004/35/EG	EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2004/35/EG av den 21 april 2004 om miljöansvar för att förebygga och avhjälpa miljöskador
Meddelande	
KOM(2000) 1 slutlig	MEDDELANDE FRÅN KOMMISSIONEN om försiktighetsprincipen
Sverige	
Lag eller balk	
SFS 1998:808	Miljöbalken (särskilt 12 kap. Jordbruk och annan verksamhet § 6)
SFS 1979:429	Skogsvårdslagen
Förordning	
SFS 1993:1096	Skogsvårdsförordningen (särskilt § 30)
Föreskrift	
SKSFS 2011:7	Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd finns samlade i Skogsstyrelsens författningssamling
Allmänna råd	
SKSFS 2011:7	Skogsstyrelsens allmänna råd till ledning för hänsyn enligt 30 § skogsvårdslagen (1979:429) vid användning av kvävegödselmedel
Rekommendationer	
Meddelande 2:2007	Kvävegödsling av skogsmark
Meddelande 2:2008	Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring
Frivilliga certifieringssystem och övrigt	
SPCR 120	Certifiering av biogödsel
REVAQ	Certifiering av slamproduktion

4.3.1 Miljöbalken och Skogsvårdslagstiftningen

I Miljöbalken och skogsvårdslagstiftningen finns vissa regler om spridning av slam på skogsmark. I 2 kap. Miljöbalken finns de så kallade hänsynsreglerna som alla måste iaktta vid verksamheter eller åtgärder, till exempel skogsgödsling, som kan medföra skada eller olägenhet för miljön. Hänsynsreglerna är allmänt hållna eftersom de omfattar allt som kan påverka miljön. Reglerna är centrala för tillämpningen av balkens övriga regler. Miljöbalken ska gälla parallellt med hänsynsreglerna i skogsvårdslagen. Skogsstyrelsen anser att slamspridning är en gödslingsåtgärd på skogsmark och bör därmed föregås av anmälan om samråd enligt 12 kapitlet 6 § i miljöbalken⁴². Detta på grund av att slamspridning anses vara en åtgärd som väsentligt kan komma att ändra naturmiljön. I föreskrifterna till 30 § Skogsvårdslagen under avsnittet om mark- och vatten står *”skador till följd av skötsel av skog ska förhindras eller begränsas på mark och vatten”* och *”när skogsgödsling utförs ska det ske så att skador på mark och vatten begränsas”* [78].

4.3.2 Skogsstyrelsen allmänna råd

I Skogsstyrelsens allmänna råd ges ledning för hänsyn enligt 30 § skogsvårdslagen (1979:429) vid användning av alternativa kvävegödselmedel på skogsmark⁴³, till exempel; *”Vid användning av alternativa kvävegödselmedel som t.ex. avloppsslam från reningsverk bör innehållet av näring samt tungmetaller och andra skadliga ämnen finnas dokumenterade genom t.ex. ett analysprotokoll”*. Vidare anges att *”Vid användning av ämnen för produktionshöjning eller kompensation av biomassauttag bör inte tillförsel av tungmetaller och andra skadliga ämnen överstiga det som normalt förs bort vid uttag av biomassa”*.

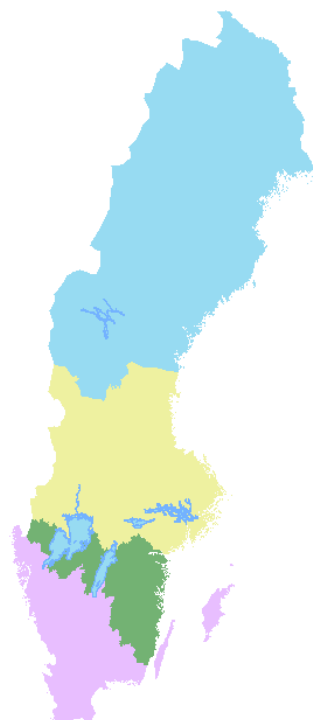
I dagsläget finns inga specifika gränsvärden för gödsling med slam på skogsmark. Däremot finns en rad med begränsningar och gränsvärden för kvävegödsling och återföring av aska. Dessa återfinns dels i skogsstyrelsens meddelande 2:2007 ”Kvävegödsling av skogsmark” dels i Skogsstyrelsens Rekommendationer (Meddelande 2:2008). I meddelandet 2:2007 ”Kvävegödsling av skogsmark” finns viktig information kring Skogsstyrelsens syn på kvävegödsling och meddelandet ska ses som ett komplement till de allmänna råden.

Figur 7 och Tabell 24 visar begränsningar av kvävegödsling i olika delar av Sverige. Inom område 1 bör skogsgödsling med kvävegödselmedel på fastmark inte ske. Inom område 2 bör skogsgödsling med kvävegödselmedel på fastmark inte ske. På mark där gran är det dominerande trädslaget och där grenar och toppar, inklusive barr, skördats eller planeras att

⁴² 6 § Kan en verksamhet eller en åtgärd som inte omfattas av tillstånds- eller anmälningsplikt enligt andra bestämmelser i denna balk komma att väsentligt ändra naturmiljön, skall anmälan för samråd göras hos den myndighet som utövar tillsynen enligt bestämmelser i 26 kap. eller bestämmelser som har meddelats med stöd av samma kapitel. Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om att det inom landet eller en del av landet alltid skall göras en anmälan för samråd i fråga om särskilda slag av verksamheter eller åtgärder som kan medföra skada på naturmiljön. Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får också meddela föreskrifter om vilka uppgifter en anmälan skall innehålla. Verksamhet eller åtgärd som skall anmälas för samråd får påbörjas tidigast sex veckor efter det att anmälan har gjorts, om inte tillsynsmyndigheten medger något annat. Den myndighet som avses i första stycket får förelägga den anmälningsskyldige att vidta de åtgärder som behövs för att begränsa eller motverka skada på naturmiljön. Om sådana åtgärder inte är tillräckliga och det är nödvändigt för skyddet av naturmiljön, får myndigheten förbjuda verksamheten. Bestämmelser om rätt till ersättning vid ett sådant föreläggande eller förbud finns i 31 kap. <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/19980808.HTM>, 2011-05-18

⁴³ Översyn pågår (2011)

skördas i samband med föryngringsavverkning, kan dock skogsgödsling ske med maximalt 150 kg kväve per hektar under en skogsgeneration. Inom område 3 bör skogsgödsling på fastmark inte utföras med mer än totalt 300 kg kväve per hektar under en skogsgeneration. Inom område 4 bör skogsgödsling på fastmark inte utföras med mer än totalt 450 kg kväve per hektar under en skogsgeneration.



Figur 7 Områdesindelning för begränsning av skogsgödsling enligt Skogsstyrelsens allmänna råd till ledning för hänsyn enligt 30 § skogsvårdslagen (1979:429) vid användning av kvävegödselmedel på skogsmark): blå = 4, gul = 3, grön = 2 och rosa = 1.

Figure 7 Zoning for the limitation of forest fertilization according to Swedish Forest Agency's General Recommendations for the guidance of the use of nitrogen fertilizers on forest land according to § 30 Forestry Act (1979:429)): blue = 4, yellow = 3, green = 2 and pink = 1.

Tabell 24 Begränsningar av och rekommenderade mängder för kvävegödsling i olika delar av Sverige, kg/ha enligt Skogsstyrelsens allmänna råd till ledning för hänsyn enligt 30 § skogsvårdslagen (1979:429) vid användning av kvävegödselmedel på skogsmark.

Table 24 Limitations of and recommended quantities of nitrogen fertilization in different parts of Sweden, kg/ha according to Swedish Forest Agency's general advice for guidance of the account under § 30 Forestry Act (1979:429) the use of nitrogen fertilizers on forest land.

Gödsling med kväve	Områden	Rekommenderade mängder [kg/ha]	Begränsningar
	Område 1	0	Gödsling med kväve bör ej ske
	Område 2	150	Endast på mark där gran är det dominerande trädslaget och där grenar och toppar, inklusive barr, skördats eller planeras att skördas i samband med föryngringsavverkning
	Område 3	300	Under en skogsgeneration
	Område 4	450	Under en skogsgeneration

Därutöver bör gödselmedel ej spridas över sjö och vattendrag, våtmarker med mycket höga eller höga natur- och kulturvärden (motsvarande klass 1 och 2 i våtmarks- och sumpskogsinventeringen), formellt skyddad mark, nyckelbiotoper, tomtmark, annans mark och väg. För alla områdena gäller att det måste finnas en skyddszon (gödsselfri) på minst 25 m bredd mellan gödslingsområde och områdena där gödselmedel inte bör spridas (förutom annans mark och väg, där skyddszonen ska vara minst 10 m bred).

4.3.3 Skogsstyrelsens Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring⁴⁴

Riktvärden för återföring av aska återfinns i Skogsstyrelsens Rekommendationer (2:2008) vid uttag av avverkningsrester och askåterföring. Rekommendationerna bygger till stor del på den tolkning av Skogsvårdslagen och allmänna råd (SKSFS 2007:3) som Skogsstyrelsen gjorde när rekommendationerna togs fram. I de allmänna råden (SKSFS 2011:7) står bland annat:

"Tillförsel av mineralnäring, t.ex. aska, bör ske som kompensation vid uttag av träddeklar utöver stamvirke, motsvarande mer än ett halvt ton torrsubstans ren obärdad aska, per hektar och omloppstid. Undantag kan göras om uttaget genomförts inom ett avrinningsområde där uttag av avverkningsrester endast kan överstiga ett halvt ton aska på en liten andel av arealen. Uttag bör inte ske på starkt försurade marker eller på torvmarker som används för skogsproduktion utan tillförsel av mineralnäring. Vid användande av aska som näringskompenserande åtgärd bör askans mängd, form och sammansättning samt tidpunkt för åtgärden väljas så att kväveutlakning och förluster av tillförd näring begränsas. Askans

⁴⁴ Översyn planeras

bör ha sitt ursprung i skogsbränsle, samt vara stabiliserad och långsamlös. Innehåll av näring, tungmetaller och andra skadliga ämnen bör finnas dokumenterade genom t.ex. ett analysprotokoll. Maximalt 3 ton aska TS bör spridas per hektar och 10-årsperiod. Sammantaget under ett bestånds omloppstid bör inte mer än 6 ton aska TS (torrsubstans) tillföras per hektar. Näringskompenserande åtgärder bör inte ske närmare än 25 m mot sjöar, vattendrag, våtmarker, hänsynskrävande biotoper och tomtmark. Näringskompensation bör dessutom inte ske på kulturlämningar då metallföremål, organiskt material och det biologiska kulturarvet kan påverkas negativt”.

I rekommendationen (2:2008) anges minimi- och maximihalter för ämnen i askprodukter avsedda för spridning i skogsmark (Tabell 25 och Tabell 26). Dessa halter har i brist på andra gränsvärden använts vid samrådsärenden kring slamspridning på skogsmark [31].

Tabell 25 Rekommenderade minimi- och maximihalter av makronäringsämnen i askprodukter avsedda för spridning i skogsmark enligt Skogsstyrelsens Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring. Rekommendationerna avser torrsubstanshalter i en askprodukt som sprids i skogen, d.v.s. efter eventuell tillsats av växnäringsämnen och bindemedel. De angivna riktlinjerna avser inte andra restprodukter än askor.

Table 25 Recommended minimum and maximum levels of nutrient contents in ash products to be spread on forest soils according to the Swedish Forest Agency's Recommendations for the extraction of logging residues and ash recycling. The recommendations refer to dry matter contents in the ash product to be disposed to the forest, after optional addition of nutrients and binders. The listed guidelines are only valid for ash.

Element Makronäringsämnen	Rekommenderade halter	
	Lägst halt [g/kg TS]	Högst halt [g/kg TS]
Kalcium	125	-
Magnesium	15	-
Kalium	30	-
Fosfor	7	-

Tabell 26 Rekommenderade minimi- och maximihalter av spårämnen i askprodukter avsedda för spridning i skogsmark enligt Skogsstyrelsens Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring. Rekommendationerna avser torrsubstanshalter i en askprodukt som sprids i skogen, d.v.s. efter eventuell tillsats av växnäringsämnen och bindemedel. De angivna riktlinjerna avser inte andra restprodukter än askor.

Table 26 Recommended minimum and maximum levels for trace elements in ash products to be spread on forest soils according to the Swedish Forest Agency's Recommendations for the imposition of logging residues and ash recycling. Recommendations refer to dry matter contents in the ash product to be disposed to the forest, after optional addition of nutrients and binders. The listed guidelines are only valid for ash.

Element Spårämnen	Rekommenderade halter	
	Lägsta halt [mg/kg TS]	Högsta halt [mg/kg TS]
Bor	-	800
Koppar	-	400
Zink	500	7000
Arsenik	-	30
Bly	-	300
Kadmium	-	30

4.3.4 Naturvårdsverkets förslag till ny förordning för avloppsfraktioner, 2010

Naturvårdsverkets förslag till ny förordning för avloppsfraktioner (2010) medger att avloppsslam får spridas på skogsmark, men säger inget om hur, förutom att det ska vara slam med den högsta graden av hygienisering, det vill säga slammet ska ha behandlats för att risken för smittspridning ska vara så liten som möjligt. Förordningsförslaget saknar hur hänsyn ska tas till innehållet av metaller⁴⁵.

4.4 Förbränning

För förbränning av slam gäller de bestämmelser som rör förbränning generellt. Det finns dessutom särskilda bestämmelser för förbränning av avfall. Det är därför viktigt att avgöra om slammet är ett avfall i lagens mening. I Miljöbalk (1998:808) 15 kap. anges kriterier för vad som är avfall och biprodukter. I de flesta fall klassas slam som avfall varvid Förordning (2002:1060) om avfallsförbränning är tillämplig med undantag enligt 4 §. Undantagen torde exempelvis omfatta slam från massa- och pappersindustrin om det förbränns på produktionsplatsen. Inom ramen för Europa-parlamentets och rådets direktiv (2008/98/EG) pågår arbetet med att ta fram regler för när avfall upphör att vara avfall. För järn/stål- och aluminiumskrot har en förordning beslutats men ingen för slam. Det går dock inte att utesluta att någon slamsort i framtiden kan komma att betraktas som produkt istället för avfall varefter den skall bedömas enl. produktlagstiftningen.

I föreliggande projekt är tanken att, om möjligt, finna en optimal användning av slammet. För det fall förbränning kommer i fråga är det därför troligt att förbränningsanläggningen måste uppfylla kraven enligt Förordning (2002:1060) om avfallsförbränning. Det innebär bl.a. att Naturvårdsverket prövar frågan om tillstånd för förbränningsanläggningen att

⁴⁵ I februari 2012 fick Naturvårdsverket ett regeringsuppdrag där de ska utreda möjligheterna till fosforåtervinning. Uppdraget ska genomföras i samråd med flera andra myndigheter och ska redovisas senast den 12 augusti 2013 (<http://www.regeringen.se/sb/d/15859/a/185397>).

förbränna en viss mängd av ett visst slam. I Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2002:28) om avfallsförbränning anges villkor för driften, utsläppsgränser, och krav på mätningar.

I Tabell 27 återfinns lagar och rekommendationer som rör förbränning av slam.

Tabell 27 Lagstiftning och rekommendationer som har relevans vid förbränning av olika slam.

Table 27 Legislation and recommendations relevant to combustion of sludge

EU	
Direktiv	
2000/76/EG	EUROPA-PARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2000/76/EG av den 4 december 2000 om förbränning av avfall
2008/98/EG	EUROPA-PARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2008/98/EG av den 19 november 2008 om avfall
Sverige	
Lag eller balk	
SFS 1998:808	Miljöbalken
Förordning	
SFS 2001:1063	Avfallsförordning
SFS 2002:1060	Förordning om avfallsförbränning
Föreskrift	
NFS 2002:28	Naturvårdsverkets föreskrifter om avfallsförbränning
NFS 2004:4	Naturvårdsverkets föreskrifter och allmänna råd om hantering av brännbart avfall och organiskt avfall

4.5 Deponering och täckning av deponier

Sedan år 2005 är det förbjudet att deponera organiskt avfall (SFS 2001:512). Det finns dock några undantag från förbudet vilka är relevanta för denna studie. Undantagen presenteras i NSF 2004:4 och är:

- komposterat slam från rening av avloppsvatten samt
- grönlutslam från återvinning av kokvätska

Det är möjligt att årligen söka dispens från förbudet. Hur hantering, mottagning, provtagning etc. ska utföras för avfall som ska deponeras regleras i NFS 2004:10.

Vid deponering av slam eller täckning av deponier gäller de lagar och rekommendationer som återges i Tabell 28.

Tabell 28 Lagstiftning och rekommendationer som har relevans vid deponering och/eller vid sluttäckning av deponier.

Table 28 Legislation and recommendations relevant to disposal and/or the use of sludge as final cover for landfills.

EU	
Direktiv	
1999/31/EG	RÅDETS DIREKTIV 1999/31/EG av den 26 april 1999 om deponering av avfall
Sverige	
Lag eller balk	
SFS 1998:808	Miljöbalken (särskilt 15 kap. Avfall och producentansvar, 34 § (1998:808) Deponering av avfall)
Förordning	
SFS 2001:512	SFS 2001:512 Förordning om deponering av avfall
SFS 1998:899	Förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd
Föreskrift	
NSF 2004:4	NSF 2004:4 Naturvårdsverkets föreskrifter och allmänna råd om hantering av brännbart avfall och organiskt avfall
NSF 2004:10	NSF 2004:10 Naturvårdsverkets föreskrifter om deponering, kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall
Allmänna råd	
Handbok 2004:2	Handbok 2004:2 med allmänna råd till förordningen (2001:512) om deponering av avfall och till 15 kap. 34 § miljöbalken (1998:808)
Certifiering och övrigt	
Handbok 2010:1	Handbok 2010:1 Återvinning av avfall i anläggningsarbeten
Rapport 5909	Kvalitetssäkring av bottenkonstruktion och sluttäckning i en deponi
Handbok	Deponihandbok, Avfall Sverige

Bakgrunden till deponitäckning med slam är EG-direktivet om deponering av avfall (99/31/EG) som infördes 1999. Detta direktiv införlivades i svensk lagstiftning genom SFS 2001:512, Förordning om deponering av avfall. Denna förordning definierar hur deponering av avfall skall utformas i Sverige. Kraven som ställs i SFS 2001:512 är i korthet att deponin måste vara tät, vilket är ett relativt begrepp eftersom helt tät deponi under hela deponins livslängd är orimligt. Istället ställs krav på att perkolationen (genomsläppligheten) i bottenskikt och täckningsskikt inte får vara för stor.

Det ställs olika krav på sluttäckningens utformande och konstruktionsmaterialens egenskaper beroende av det deponerade avfallets klassificering; farligt avfall, icke-farligt avfall eller inert avfall. Krav som måste uppfyllas för att sluttäckning av en deponi ska godkännas är att mängden lakvatten som passerar genom täckningen inte får överskrida 5 L/m² och år för en deponi som innehåller farligt avfall respektive 50 L/m² och år för en deponi som innehåller icke-farligt avfall eller inert avfall. Undantag från dessa krav kan medges av tillståndsmyndigheten om det inte bedöms att det inte finns några risker för att skada människors hälsa eller den kringliggande miljön (2001:512).

Naturvårdverket har skrivit en handbok om deponitäckning (Handbok 2004:2 med allmänna råd till ovan nämnda förordning (2001:512). Inledningsvis konstateras angående

materialval att det finns inga hinder för avfall (dvs. slam) att ingå i sluttäckningen ”om det uppfyller krav på beständighet mm”. En viktig synpunkt i denna är att man rekommenderar högst 40 % inblandning av avloppsslam i tätskikt eftersom ett sådant material ”innehåller betydande mängder närsalter, metaller eller organiska föroreningar”. Man hänvisar till försiktighetsprincipen i denna ståndpunkt, men säger också att ytterligare kunskap om beständighet kan göra att denna siffra omprövas.

För vissa slamsorter som inblandas i skydds- eller växtetableringsskikt (se Tabell 29) kan det finnas risk för utlakning av närsalter, metaller och organiska föroreningar. För att undvika detta ska slammets analyseras. Är slammet förorenat ska det blandas ut med naturmaterial där en inblandning av slam begränsats till att utgöra maximalt 40 viktprocent⁴⁶ av blandningen (Rapport 5909).

Slam som ska användas som konstruktionsmaterial ovan tätskiktet vid sluttäckning av deponier ska uppfylla vissa kriterier vilka finns reglerade i ”Handbok 2010:1 Återvinning av avfall i anläggningsarbeten”. Nivåerna för föroreningshalter och utlakningsegenskaper (se Tabell 29) är framtagna att gälla en typisk deponi och kan därför användas som vägledning vid bedömning av slammet.

Tabell 29 Maximala halter och utlakningsegenskaper för konstruktionsmaterial, exempelvis slam, som är tänkt att använda vid sluttäckning av deponier ovan tätskikt enligt Handbok 2010:1.

Table 29 Limit value for concentration and leaching behavior of construction materials such as sludge to be used for final cover of landfills above a sealing layer according to Handbook 2010:1

Ämne	Halter [mg/kg TS]	Utlakning C ₀ * LS [#] 0,1 l/kg (mg/l)	Utlakning l/s = 10 l/kg (mg/l)
Arsenik	10	0,05	0,4
Bly	200	0,1	0,3
Kadmium	1,5	0,004	0,007
Koppar	80	0,2	0,6
Krom tot	80	0,06	0,3
Kviksilver	1,8	0,001	0,01
Nickel	70	0,2	0,6
Zink	250	0,8	3
Klorid	-	6200	11000
Sulfat	-	2900	8500
PAH-L	3	-	-
PAH-M	10	-	-
PAH-H	2,5	-	-

* C₀: Det första lakvattnet som uppkommer i ett kolonnförsök och som kan jämföras med koncentrationen i porvattnet, anges i mg/l.

LS: Förhållandet mellan vätska och fast material i ett laktest, t.ex. L/S 10 l/kg.

⁴⁶ Miljöbalkens försiktighetsprincip gäller då det kan finnas skäl till oro för att möjliga negativa effekter kan uppstå vid inblandning av vissa avfallsslag. Effekterna kan vara utlakning av oönskade ämnen om det inblandade avfallet innehåller mycket närsalter, metaller eller organiska föroreningar.

Att slam används som tätskikt under dräneringsskiktet är inte vanligt men förekommer. Tätskiktet kan då utgöras av blandningar av slam och aska. Naturvårdsverket rekommenderar att avfallsslag som tillåts att deponeras används som konstruktionsmaterial framför användandet av jungfruligt material.

4.6 Gruvtäckning

Vid återställning av gruvområden med hjälp av slam gäller de lagar och rekommendationer som återges i Tabell 30.

Tabell 30 Lagstiftning och rekommendationer som har relevans vid användning av olika slam för återställning av gruvområden

Table 30 Legislation and recommendations relevant to use sludge for restoration of mining areas

Sverige	
Lag eller balk	
SFS 1998:808	Miljöbalken
Förordning	
SFS 1998:899	Förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (se särskilda bestämmelser om täkter, 20c-h §§)

För att använda slam vid återställande av markskikt vid gruvområden krävs tillstånd från tillsynsmyndigheter att transportera, mellanlagra och använda slammet. Länsstyrelsen är tillsynsmyndighet avseende gruvor och täckning av gruvor vilka klassas som miljöfarlig verksamhet enligt miljöbalken och förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (SFS 1998:899). Hos länsstyrelsen finns en miljöprövningsdelegation vilka prövar ansökningar om tillstånd för miljöfarliga verksamheter gentemot miljöbalken. Länsstyrelsens miljöprövningsdelegation arbetar med tillståndsprövning och denna är skild ifrån länsstyrelsens tillsynsansvar.

Vid återställning av områden efter gruvverksamhet används på vissa platser avloppsslam som ett växtetableringsskikt. Det är framförallt gråberg och sandmagasin som täcks med slammet. Skiktet av slam som läggs ut uppges ha en tjocklek på omkring 3 dm och besås med gräs. Slammet tillför organiskt material, binder fukt, är näringsrikt och ska underlätta för att nya växter ska kunna etableras på området. Ytterligare uppges att slammet höjer markens pH-värde, har förmåga att binda metaller samt förbrukar till viss del syre vilket kraftigt minskar läckaget av metaller till vatten från sandmagasinen. Fler egenskaper som uppges som positiva med att använda slam vid återställning av gruvor är att det slammet minskar riskerna för att erosion ska uppstå, vilket kan medföra att täckningen över gråberg/sandmagasin under växtetableringsskiktet kan skadas [79]. Syftet med växtetableringen är ofta att förhindra dammbildning (gäller framför allt för sandmagasin) samt att återställa området för att obevuxna ytor med tiden återfår någon form av vegetation.

Sandmagasin och gråbergsrester som innehåller oxiderbart svavel är ofta mycket svåra att återställa växtlighet på. Genom inverkan av luftens syre oxideras svavlet i sanden eller gråberget till svavelsyrighet och svavelsyra som successivt lakas ut till vattenmiljön. Oxidationen sker framför allt ytligt, vilket gör att sanden eller gråberget får ett mycket lågt

pH-värde där i princip igen växtlighet finns. Det finns exempel från både Sverige och andra länder där gråberghögar med sulfidmalmer är helt utan växtlighet trots att gruvbrytningen upphörde för mer än 100 år sedan. Slam har visat sig vara ett av få material som med framgång kan användas vid återställning av ytor där gråberget eller sanden innehåller oxiderbart svavel. Slammet har en god buffringsförmåga och förbrukar syre vilket medför att svavelsyran inte får genomslag i materialet.

4.7 Anläggningsjord

Vid tillverkning av anläggningsjord med hjälp av slam gäller de lagar och rekommendationer som återges i Tabell 31.

Tabell 31 Lagstiftning och rekommendationer som har relevans vid användning av olika slam vid tillverkning av anläggningsjord

Table 31 Legislation and recommendations relevant to use sludge for production of planting soil

Sverige	
Lag eller balk	
SFS 1998:808	Miljöbalken
Förordning	
SFS 1998:899	Förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (se särskilda bestämmelser om täkter, 20c-h §§)
Föreskrift	
SNFS 1994:2	Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket (gäller för slam vid tillverkning av anläggningsjord).
Certifiering och övrigt	
SPCR 148	P-märkning av anläggningsjord
TRV 2011:102	AMA Anläggning 10 [80]
TDOK 2011:316	TRV AMA Anläggning 10, Trafikverkets ändringar och tillägg till AMA Anläggning 10, TRV 2011:102

Vid tillverkning av anläggningsjord kan slam användas som en ingående komponent. Det finns dock ingen direkt lagstiftning som reglerar slamtillförsel vid tillverkning av anläggningsjord utöver miljöbalken och dess hänsynsregler.

Trafikverket reglerar hur anläggningsjord får användas i praktiken, reglerna återfinns i AMA Anläggning 10 som är ett referensverk och som används vid upprättande av tekniska beskrivningar för anläggningsarbeten.

I AMA Anläggning 10 finns riktvärden för anläggningsjords näringsinnehåll (se Tabell 32) vilken ska användas vid sådd eller plantering för vegetationsytor. Dessa ytor är ej odlingsmark eller liknande och riktvärdet för växtnäringsinnehåll är lågt satta. I de fall avloppsslam användas som en ingående komponent vid jordtillverkningen begränsas mängden tillförd slam av kraven av en låg fosforhalt i den färdiga jordblandningen. Vid en slamandel i anläggningsjorden på cirka 5 % uppnås den övre tillåtna gränsen för fosforhalten i anläggningsjorden.

I AMA finns också reglerat vilken mullhalt som olika jordar får innehålla beroende på vad jorden kommer att besås med. Mullhalten har angivits enligt följande; 3-5 viktsprocent

mullhalt vid anläggning av gräsytor, 5-8 viktsprocent mullhalt vid anläggning av planteringsytor för buskar och träd samt 7-10 viktsprocent mullhalt för anläggning av planteringsytor för perenner. Mineraljordar får ha en maximal mullhalt av 2 viktsprocent.

För jord som är tillverkad ska det också överlämnas uppgifter om fabrikat, tillverkningsätt samt huruvida kalkning och gödsling av anläggningsytan är gjord eller i annat fall rekommendationer om gödsling och kalkning.

Tabell 32 Riktvärden för näringsinnehåll i anläggningsjord vilken är avsedd att användas vid sådd eller plantering för vegetationsytor enligt TRV 2011:102.

Table 32 Guideline values for nutrient content in planting soil to be used for sowings or planting of vegetation areas according to TRV 2011:102.

Enhet	AL-metod	Övriga metoder
Ledningstal, Lt		1,5-5,0*
pH H₂O		6,0-7,0
Fosfor, P-AL	4-8 mg/100 g	
Kalium K-AL	8-16 mg/100 g	
Magnesium, Mg-AL	4-8 mg/100 g	

* Vid ledningstal mellan 4,0 och 5,0 måste orsaken till det höga ledningstalet klargöras. Gödsling kan höja ledningstalet till för växterna skadlig nivå. Kvoten K/Mg bör ligga omkring 1-2.

I det frivilliga certifieringssystemet SPCR 148, P-märkning av anläggningsjord, regleras vilka olika slags slamsorter samt vilka krav det finns på detta slam för att det ska kunna användas som en komponent vid tillverkning av anläggningsjorden. I Tabell 33 återfinns de olika slamsorterna samt vilka hygienkrav som gäller för dessa.

Tabell 33 Slamsorter vilka är godkända som komponenter vid tillverkning av anläggningsjord enligt SPCR 148 samt hygienkrav för respektive slamsort. Tabellen är ett utdrag från SPCR 148 och i detta dokument anges att kraven för avloppsslam ska följa SPCR 089 P-märkning av Biomull. SPCR 089 upphävdes i samband med att certifieringssystemet REVAQ införlivades, därav har kraven ändrats till REVAQ i tabellen.

Table 33 Sludge types approved as components in the production of planting soil according to SPCR 148 and hygiene requirements for each sludge type. The table is an excerpt from SPCR 148 and this document defines that the requirements for sewage sludge shall comply with SPCR 089 P-labeling of Biosoil. SPCR 089 was replaced when the certification system REVAQ was established, hence, the requirements changed to REVAQ in the table.

Typ av råvara	Krav
- Rötrestart från biogasanläggningar - Kompost - Avloppsslam: stabiliserat - Avloppsslam: icke stabiliserat	SPCR120 SPCR152 tillfredsställande hygieniserat kan användas i jordproduktionen under förutsättning av tillfredsställande hygienisering sker för den färdiga jordprodukten
- Infiltrationssand - Specifika krav på ingående råvaror för jordtillverkning - Avloppsslam	tillfredsställande hygieniserat Enligt regler för certifieringssystemet REVAQ, eller motsvarande

Ytterligare krav finns för metallinnehåll i slammet. Metallhalterna anges nedan i Tabell 34.

Tabell 34 Generella krav på ingående råvaror för jordtillverkning – metaller och organiska ämnen.

Table 34 General requirements for raw material used for production of soil – metals and organic substances.

Ämne	Krav [mg/kg TS]
Bly	100 ¹
Kadmium	2 ¹
Koppar	600 ¹
Krom tot	100 ¹
Kviksilver	2,5 ¹
Nickel	50 ¹
Zink	800 ¹
Summa PCB	0,4 ²
Summa PAH	3,0 ²
Nonylfenol	50 ²

¹ Lika som för slam som får spridas på åkermark, SFS 1998:944

² Lika som för slam som får spridas på åkermark, Naturvårdsverkets rapport 4418 [81]

Ytterligare krav finns att för andra föroreningar än de ovan nämnda skall en bedömning göras huruvida sannolikheten finns att sådana föroreningar kan förekomma. Om misstanke finns att en förorening kan förekomma (beror på råvarans ursprung) skall man också testa

förekomsten av denna förorening. Resultatet av denna analys skall bedömas av certifieringsorganet.

4.8 Övriga parametrar utöver lagstiftningen

Inom projektet har det arbetats fram parametrar utöver lagstiftningen, så kallade övriga parametrar, som är av intresse vid slamanvändning utifrån projektgruppens perspektiv. Parametrarna som projektgruppen valde ut var sådana parametrar som de ville få ökad kunskap om eller ansåg var intressanta att lyfta för specifik slamanvändning inom de olika användningsområdena. Projektgruppens lista med förslag på olika parametrar och i viss mån även idén bakom framtagna parametrar redovisas i Bilaga B. De framtagna parametrarna (Bilaga B) prioriterades sedan av projektgruppen.

- Slammets ursprung/kvalitet (för biogasanläggning, substratets ursprung/kvalitet)
- Lukt, konsistens, förekomst av främmande kroppar (gäller specifikt vid förbränning)
- Metaller (Hg, Au, Sb, Ag, Bi)
- Lukt (gäller specifikt för användning på skogsmark)
- Analysera fler patogener för att få större kännedom om vilka patogener som kan förekomma i olika sorters slam
- Kadmiumfosforkvot (Cd/P) för alla olika sorters slam
- Biocider
- Lakbarhet (närsalter)
- Organiska föroreningar

Prioriteringen ger en översiktlig bild över vilka övriga parametrar som anses vara av större vikt än andra. Observera att alla som redovisas är prioriterade och därmed anses viktiga.

Alla, av projektgruppen listade och prioriterade, övriga parametrar har inte lagts in i bedömningsverktyget. Dels kan detta bero på att det idag är oklart om hur en värdering av en parameter ska ske, vad som är godtagbar för övre eller undre gräns, eller det kan finnas kunskapsluckor om parametrarnas egenskaper med hänsyn till miljön och samhället.

De övriga parametrar som kan tas med i bedömningsverktyget är slammets ursprung (för biogödsel, substratets ursprung) och förslagna kvoter (Cd/P, Cd/N, Cu/N, Cu/P och N/P).

5 Samhällsekonomiska aspekter

Namnet på föreliggande projekt är "Rätt slam på rätt plats". I praktiken innebär det att ett givet slam skall användas på bästa sätt, och underförstått inom ramarna för lagstiftning och andra regelverk. Bästa sätt är det långsiktigt mest hållbara sättet, d.v.s. från perspektiven miljö, ekonomi och att användningssättet också ska vara socialt accepterat. Detta antyder att det är ett optimeringsproblem som bör lösas. Att optimera innebär oftast att man försöker variera ett antal parametrar så att utfallet, som är en funktion av dessa variabler, blir så bra som möjligt. I vårt fall är parametrarna de olika användningsområdena (biologiskt gödselmedel på åker- och skogsmark, förbränning m.fl.) och hur mycket och vilka slam som går till respektive användningsområde. Så långt verkar problemet lösbart och man kanske anar att en algoritm som systematiskt prövar olika slammängders användning snabbt skulle finna ett optimalt utfall. Problemet är emellertid att det inte är självklart vilken utfallparameter som skall optimeras. Man kan till exempel tänka sig följande:

- maximera återföringen av fosfor till jordbruksväxter
- minimera utsläpp av växthusgaser
- minimera spridning av vissa svårnedbrytbara organiska ämnen
- minimera spridning av vissa tungmetaller
- minimera näringsläckage till havet

Envar av dessa kan anses angelägen men om man exempelvis väljer att maximera återföringen av fosfor så innebär det att allt avloppsslam skall användas på åkermark hur mycket kadmium det än innehåller, vilket är orimligt. För att undvika detta måste utfallparametrarna vägas mot varandra. Hypotetiskt kan man tänka sig att sammanvägningen resulterar i en nyttoparameter som tar hänsyn till både nyttan av att återföra fosfor och onyttan av spridning läkemedelsrester. I praktiken är det naturligtvis svårt att avgöra hur många enheter nytta en viss handling medför varför nytta ofta ersätts med ekonomiskt resultat. Det gör man vid en s.k. kostnads-intäktsanalys, som i Sverige exempelvis används vid större satsningar på infrastruktur. Ett investeringsalternativ analyseras så att de kostnader och intäkter som det beräknas generera under sin livslängd diskonteras till en viss tidpunkt med hänsyn till en viss räntesats. Härvid kan lönsamheten bedömas och jämföras med andra alternativ. En viktig grupp av parametrar som tas upp i denna typ av kalkyl är externa kostnader. Om ett företag skall investera i en ny process så ingår oftast inte i investeringskalkylen de kostnader som uppstår utanför företaget. Som exempel på en extern kostnad kan man ta buller från processen som stör omgivningen och sänker värdet på bostäder. I en kostnads-intäktsanalys för en statlig satsning ingår kostnader även om de ligger utanför statens ekonomi men väl inom nationens. Huruvida man även tar med andra nationers kostnader som följer av exempelvis en nations kolförbränning eller kärnkraftsrelaterade kostnader är i skrivande stund okänt.

Teoretiskt kan olika slam användningar jämföras med kostnads-intäktsanalys på nationsnivå. I exemplet spridning på åkermark skulle man ha att utvärdera bl.a. följande:

Kostnader för

- önskad spridning av olika ämnen (fosfor, tungmetaller, organiska ämnen m.fl.) till såväl lokal omgivning som till vattensystem och hav.
- logistik
- odör
- investeringar

Intäkter av

- gödselvärde (ersättning av konstgödning)
- ökad mullhalt i marken – ökad bördighet
- ökad mullhalt i marken - kolsänka
- ökad biologisk tillväxt

Att uppskatta kostnaderna för logistik och investeringar låter sig kanske göras liksom intäkterna av gödselvärde. Däremot är det mycket svårt att uppskatta kostnaden för spridning av ämnen. Svårigheten består mest i att man måste insamla väldiga mängder svårfunnen information såsom:

- hur mycket av önskade ämnen som når omgivningen vid spridning av viss mängd på viss plats, och kostnaden per mängdenhet.
- vilka ämnen som sprids främst med avseende på svårnedbrytbara organiska ämnen, läkemedel och läkemedelsderivat.

Det framgår av det sagda att en fullständig ekonomisk analys av de alternativa slamanvändningarna inte låter sig göras inom ramen för föreliggande projekt eller ens överhuvudtaget. Det som kan göras är att uppskatta de mest lättåtkomliga kostnaderna och intäkterna, och låta dem vara en del av bedömningen av vilken som är den bästa slamanvändningen. Den övriga bedömningen skulle då bli mer kvalitativ och värderande – m.a.o. politisk – till sin karaktär.

Användningen *Spridning på åkermark* skulle ekonomiskt kunna beskrivas

$$R = FI_g - FK_t - FK_s - K_i,$$

där R är ekonomiskt resultat, F är slamanvändningen per tidsenhet, I_g är intäkten av gödselvärdet, K_t är kostnaden för transporten, K_s är kostnaden för spridningen och K_i är kostnaden för investeringar. I_g har uppskattats till 1500-2000 kr/t TS [82].

Användningen *Förbränning* skulle ekonomiskt kunna beskrivas

$$R = FN_p - FK_t - K_i,$$

där N_p är pannettot (d.v.s. nettot av intäkter och kostnader för driften av pannan vid förbränning av avloppsslam).

Användningen *Anläggningsjord* skulle ekonomiskt kunna beskrivas

$$R = FI_g + FI_m - FK_t - FK_s - K_p,$$

där I_m är intäkter av ökad mullhalt.

Vissa av kostnaderna och intäkterna är sammansatta av flera samverkande termer. Det gäller exempelvis K_t som omfattar en kalkylränta och de investeringsbelopp som är förknippade med utrustning för slamspridning. Även N_p består av flera termer såsom intäkt för minskad påslags- och korrosionsrisk, och ökad kostnad för askhantering. Vissa termer är generella i den meningen att de gäller för alla eller åtminstone de flesta fall av en given användning. Exempelvis I_g torde vara lika stort överallt. Andra är specifika. Det gäller t.ex. K_p , som är unik och beroende av det geografiska läget hos slamkällan och användningsplatsen.

Sedan det ekonomiska resultatet har beräknats för respektive användningsområde kan dessa jämföras och tjäna som underlag för en vidare diskussion. Förekomsten av specifika termer hindrar beräkning av det ekonomiska utfallet i en rapport som denna; man måste känna till omständigheterna i det specifika fallet.

6 Bedömningsverktyg

Ett bedömningsverktyg uppbyggt utifrån gällande lagstiftning och dess parametrar har konstruerats i programmet Excel. Syftet med verktyget är att göra en samlad bedömning av ett godtyckligt slams möjliga användningsområden enligt de lagar, föreskrifter etc. som beskrivits kapitel 4. I stora drag fungerar det så att ett slams egenskaper, i form av värden på ett antal parametrar, matas in. Programmet jämför sedan värdena med kriterier för olika användningar enligt en viss lag eller ett visst certifieringssystem. Om något av kriterierna inte är uppfyllt eller om data saknas ger verktyget som resultat att slammet inte uppfyller kraven enligt den aktuella lagen eller certifieringssystemet. Om alla kriterierna är uppfylla ges resultatet att slammet i fråga kan vara lämpligt för en viss användning. Det är viktigt att påpeka att verktyget inte i sig ger svaret på ifall användningen är tillåten. Det kan finnas andra kriterier – såväl kvantitativa som kvalitativa – som bör tas hänsyn till. Dessutom är det oftast så att när det gäller certifieringssystem och liknande skall slammet vederbörligen godkännas. Verktyget rangordnar inte heller de olika användningsområdena. Det skulle kräva en övergripande parameter som skulle visa på det optimala användningssättet av slammet. Man skulle exempelvis kunna tänka sig *sambällsnytta* som en sådan parameter, men det behöver knappast påpekas att det skulle vara mycket svårt att beräkna en sådan. Det verktyget ger svar på är med andra ord vad som inte kan eller bör göras med det aktuella slammet, eller vad som möjligen kan göras.

De parametrar som verktyget hanterar är av olika slag. Angående halter av olika ämnen i slammet så jämförs dessa med kriteriet som oftast är utformat som en maximal halt. Om slammet har högre halt än kriteriet så är det inte tillåtet att använda slammet på det sättet. Vissa kriterier begränsar spridningen av ämnen i termer av massa per yt- och tidsenhet; exempelvis kg/(ha, år). I dessa fall räknar verktyget ut hur mycket slam som maximalt får spridas med hänsyn till dess halt av ämnet. I dessa jämförelser mellan slamegenskaper och kriterier ligger också den värdefulla informationen om vilka parametrar som bör förändras för att ett visst användningsområde skall bli aktuellt. Det kan till exempel gälla sänkningen av en halt av ett visst ämne.

Verktyget används på följande sätt:

1. Öppna bladet "Indata".
2. Tryck på knappen "Rensa indata". (*Detta rensar alla celler med indata så att inga felaktiga värden ligger kvar från t.ex. tidigare användning av verktyget.*)
3. Välj år då slammet skall användas i cell B162. *Viss reglering är beroende på årtal.*
4. Mata in de data som finns för det aktuella slammet. (*Verktyget kan inte undersöka om data är tillförlitliga eller på annat sätt inte uppfyller regleringarna. Användaren bör, för resultatets tillförlitlighet, anskaffa data på det sätt som regeln föreskriver.*)
5. Öppna bladet "Resultat".
6. Avläs resultatet på rad 5 med början i D5 (0 innebär att kraven enligt beteckning på rad 4 inte är uppfyllt. 1 innebär att den kan vara det).
7. Avläs övrig information.
8. Öppna bladet "Beräkningar och primärresultat".
9. Avläs i detalj hur det aktuella slammet klarat regleringarna. (*Användaren kan här få svar på vilka data som saknas eller vilken/vilka egenskaper hos slammet som gör att det inte klarar en viss reglering.*)

7 Resultatanalys

7.1 Lagstiftning och bedömningsverktyget

När det gäller olika slamsorter och användningsområden saknas det i dag specificerad lagstiftning på flera håll; något som anses som ett problem. Dock finns Miljöbalken med kunskapskrav som omfattar användning av slam oavsett vad slammet används till. För avloppsslam och för jordbruksanvändning finns idag lagstiftning innehållande bland annat gränsvärden för metallhalter och växtnäringsämnen (avloppsslam SNFS 1994:2, SFS 1998:944, jordbruksanvändning SJVFS 2004:62) (se kapitel 4.2 Jordbruksanvändning), medan det saknas specifik lagstiftning för många andra produkter och användningsområden. Till exempel saknas idag specificerade regler för användning av rötrest på jordbruksmark eller slam på skogsmark. Avsaknaden av lagstiftning och kriterier inom flera områden anses vara ett problem. Att det i dagsläget saknas bindande regler för skogsanvändning skulle, till exempel, kunna vara en orsak till att liten mängd inom ramen för försök sprids i skogen.

För att slippa problemet med avsaknad av lagstiftning för vissa områden vore det positivt om det skulle finnas kriterier för slam som används på mark i allmänhet och inte olika kriterier beroende på användningsområde. En ny slamförordning som gäller för alla områden skulle på så sätt kunna förenkla användningen. Som lagstiftningen ser ut idag används ofta försiktighetsprincipen vid bedömning av slam användning. Samtidigt kan man fråga sig om det verkligen behövs en särskild lagstiftning för produkter klassade som ”slam” eller om det är mängden växtnäring, metaller och miljöfarliga substanser som sprids som är av intresse snarare än om det klassas som ”slam” eller ej.

Det bedömningsverktyg (se kapitel 6 Bedömningsverktyget) som har skapats inom projektet består av en sammanställning av den nuvarande lagstiftningen som gäller för olika användningsområden och slamsorter och bidrar därigenom med en översikt som tydligt visar vilka skillnader som finns i lagstiftningen inom dessa områden.

Bedömningsverktyget illustrerar hur lagstiftningen ser ut idag inom olika områden, samt skapar en överblick och förståelse av vilka skillnader som finns inom lagstiftningen. Verktöget kan även vara användbart för att skapa en vägledning om var en viss slamsort skulle kunna användas och för att de som arbetar inom ett specifikt område också lätt ska kunna se vad som gäller för övriga områden och vad som skiljer områdena åt. Att använda verktyget i den dagliga driften eller som underlag vid beslutsfattning är svårare. En viktig orsak till detta är att lagstiftningen hela tiden uppdateras och att det idag saknas lagstiftning för en del områden. Till exempel saknar skogsanvändningen bindande lagstiftning, vilket innebär att en slamsort inte kan bedömas utifrån detta område inom verktyget. Verktöget kan dock användas som vägledning för spridning på skogsmark genom att man utgår från kraven för spridning på jordbruksmark.

För att bedömningsverktyget ska vara användbart och aktuellt framöver krävs att det kontinuerligt uppdateras utifrån förändrad och ny lagstiftning. Att använda ett verktyg som inte innehåller den senaste lagstiftningen kan ge helt missvisande resultat och vägledning.

Projektgruppens förhoppning är att verktyget ska leva vidare, men för att uppfylla denna förhoppning krävs att någon part förvaltar och ansvarar för uppdateringen av verktyget – dock finns i dagsläget (februari 2012) ingen utsedd part.

I verktyget har fokuserats på lagstiftning, men skulle kunna utvecklas genom att inkludera flera parametrar. Bland annat skulle man kunna ta med vissa ekonomiska aspekter. Däremot blir det svårt att inbegripa mer komplexa ekonomiska frågeställningar och rena värderingar.

7.2 Övriga parametrar utöver lagstiftningen

Finns det några övriga parametrar som behöver tas hänsyn till utöver de som idag är lagstiftade? Frågan ställdes till projektdeltagarna i *Rätt slam på rätt plats* dels vid projektmöten och dels via utskick med en enkät. Genom grupparbete på ett projektmöte togs en lista på parametrar fram av projektgruppen.

Projektgruppen ville ha kontroll över slammets ursprung och kvalitet (eller vid en biogödsel, substratets ursprung) och dessutom få större kännedom om vilka patogener som kan förekomma i olika sorters slam. Delar av projektgruppen ville också att fler metaller (Au, Sb, Ag, Bi) skulle analyseras i slam samt att alla slam skulle analyseras avseende kadmiumfosforkvoten.

En annan viktig parameter, men som ej finns listad i övriga parametrar (Bilaga B), är att ta hänsyn till acceptansen för slam. Acceptansen listades inte som övrig parameter på grund av att den är en mjuk parameter som inte går att använda i bedömningsverktyget. Det är tyvärr vanligt att ordet slam förknippas med något äckligt och det är viktigt att öka förståelsen för att slam är en mångfunktionell resurs för att på sikt kunna öka slamanvändningen.

Osäkerheten och kunskapsluckorna kring de övriga parametrar som tagits fram i projektet och idag inte är lagstadgade visar på att det finns ett behov av att undersöka dessa ytterligare.

7.3 Läkemedel och oönskade organiska ämnen

När man pratar slam användning är frågeställningar kring slammets innehåll av läkemedelsrester och oönskade organiska ämnen och dessa ämnens förekomst i slam är vanliga.

Det finns omkring 1 200 aktiva läkemedelssubstanser som används i medicinskt syfte i Sverige [83]. Läkemedel är designade för att vara biologiskt aktiva och hur de påverkar ekosystemen är i dagsläget okänt [83]. För läkemedelsrester i slam saknas i dagsläget (februari 2012) gränsvärden. Samtidigt är det oklart vilka substanser som är mer skadliga än andra. Innan några gränsvärden kan tas fram krävs det mer kunskap inom området.

Inte heller för organiska ämnen i slam finns det i dagsläget några gränsvärden. I Nordiska ministerrådets rapport om slam och organiska ämnen [84] undersöktes om det med den

slamkvalitet som vi har i Norden, finns något behov av gränsvärden för organiska ämnen. Slutsatsen i rapporten är att det idag inte finns något behov av gränsvärden.

I Naturvårdsverkets förslag till ny förordning, 2010 [68] finns inte heller några gränsvärden för organiska ämnen i slam föreslagna. I stället anses det vara mer effektivt att övervaka kända ämnesgrupper och genomföra kartläggning och övervakning av nya organiska ämnesgrupper i avlopp. De flesta oönskade organiska ämnena är fettlösliga och det är bara de vattenlösliga ämnena som kan tas upp av växter. Genom den nationella miljöövervakningen som årligen utförs sker översiktliga inventeringar av intressanta ämnen för att mäta dess förekomst i luft, vatten, slam och jordbruksmark. Denna miljöövervakning är ett första led för att kunna identifiera specifika kemiska ämnen som kan medföra hälso- och miljöproblem. Resultaten från analyser av de organiska ämnen som mätts visar på att halterna sjunker. PCB, vilket tidigare har legat på jämn nivå sedan mätningarna startade 1995, har enligt senaste statistiken också sjunkit. Ämnen som är värt att uppmärksamma särskilt är de långlivade organiska föroreningarna (POP) som exempelvis PCB, dioxiner och furaner. I arbetet med att ta fram förslag till ny slamförordning (Naturvårdsverkets förslag till ny slamförordning, 2010) granskades forskning som gjorts inom området organiska ämnen i slam. Sammantaget från granskningen visar att risker med organiska föroreningar i slam är liten och att organiska föroreningar främst kommer från atmosfäriskt nedfall [84].

I Kemikalieinspektionens produktregister fanns det år 2008 omkring 76 000 kemiska produkter och i dessa produkter användes omkring 14 000 olika ämnen [87]. Flera mätningar som har genomförts både inom och utom Sverige visar på att flera olika substanser återfinns i slam. Mätningarna visar också på att alla ämnen inte förekommer vid varje reningsverk och inte heller i varje specifikt slamparti som har sitt ursprung från ett och samma reningsverk [84]. Således, antingen är det svårt att hitta de organiska ämnena vid mätningar eller så varierar de stort både över tid och i region. Samtidigt behöver man ha klart för sig att huvuddelen av kemikalierna i samhället inte når avloppet. Enligt en avhandling från Umeå universitet [85] visas att det bara är för 7 av totalt 26 olika substansgrupper/substansgrupper⁴⁷ där mer än 1 % av användningen i samhället återfinns i slam.

Inom ramen för detta projekt (Rätt slam på rätt plats) finns inget nytt svar på eller resultat utifrån frågeställningar om hur dessa ämnen (läkemedelsrester och organiska ämnen) påverkar slamkvaliteten, trots att det är en mycket intressant och relevant frågeställning med angränsning till projektet. Rätt slam på rätt plats har främst fokuserat på lagstiftade parametrar och kvaliteten på slammet utifrån dessa. Istället hänvisas till de avslutade samt pågående projekt som har fokus på dessa områden och som utreder frågeställningar kring läkemedel och oönskade organiska ämnen. Till exempel pågår forskningsprogrammet MistraPharma⁴⁸ där arbetet är indelat i fyra olika arbetsområden som alla fokuserar på olika frågeställningar kring området läkemedel och miljö. Inom forskningsprogrammet MistraPharma pågår forskning av läkemedels effekter i miljön. Forskningsprogrammet har som målsättning att identifiera vilka läkemedelssubstanser (av de som används idag) som utgör en betydande risk för de olika förekommande vattenmiljöerna.

⁴⁷ De 26 olika substansgrupperna som undersöktes i studien utgjordes av sammanlagt 285 substanser.

⁴⁸ <http://www.mistrapharma.se>

7.4 Analys av slam

För att kunna hitta lämplig användning för ett specifikt slamparti (oavsett om det är en biogödsel, ett avloppsslam eller ett slam från pappers- och massabruk) krävs det att slamproducenten har kontroll på slammets innehåll. Intressenter av slamm vill veta vad det är för produkt de tar emot. Att få fram underlag som visar slammets kvalitet görs främst genom analyser som sedan jämförs mot gränsvärden. Slamproducenten behöver därför göra provuttag från slamproduktionen, bereda slamprov, skicka slamprov för analys, tolka analysvar från laboratorier, jämföra analysvar med eventuella gränsvärden etc. Därefter ska slamgivornas storlek beräknas utifrån vad som är tillåtet att leverera till ett specifikt användningsområde.

För att erhålla ett korrekt analysvar förutsätts det att provuttag sker på ett korrekt sätt. Provtagningsförfarande och hur ofta slamm ska analyseras regleras i SNFS 1994:2 (se Kapitel 4.2.2). Antal provuttag och antal prover som ska skickas för analys beror enligt SNFS 1994:2 av avloppsreningsverkets storlek. Proverna ska tas ut efter behandling men innan det levereras till en användare. Provet ska dessutom vara representativt för hela slammängden som det representerar. Slamproduktionen pågår i princip varje dag året om, för att få ett representativt prov för hela produktionsperioden gäller det att provtagningen sker kontinuerligt. Från ett slamparti, t.ex. 1000 ton, skickas ett slutprov om 1 liter till analys. Det är därför av största vikt att slutprovet har utgjorts av flera delprover för att erhålla ett representativt prov.

För att använda benämningen prov krävs att det är ett representativt prov som tas ut vid provtagningen. Frågan är dock hur ett provuttag kan anses representativt och hur mycket detta kan påverka analysresultatet? För representativitet krävs bland annat att provet tas från tillräckligt många ställen, att det är tillräckligt stor mängd som tas och att hänsyn tas till partikelstorleken (ju större partiklar desto svårare att få ett representativt prov). Förutom svårigheten vid provtagning tillkommer vid analys även en viss mätosäkerhet. Denna mätosäkerhet kan till exempel bero på analysmetoden. Sammanfattningsvis kan sägas att både uttag av ett representativt prov och mätosäkerhet vid analys är två parametrar som bör tas hänsyn till vid jämförelse av olika analysresultat.

I SFS 1998:944 anges maximalt tillåtna metallhalter i avloppsslam för jordbruksändamål (Tabell 16). I SNFS 1994:2 anges gränsvärden för den maximala mängd metaller som årligen får tillföras åkermark vid användning av avloppsslam (Tabell 17) och gränsvärden för tillåtna metallhalter i åkermark (Tabell 18). I Naturvårdsverkets förslag till förordning för avloppsfraktioner, 2010, föreslås en sänkning av metallhalterna för kadmium och kvicksilver, samtidigt som listan föreslås utökas med gränsvärden för silver (Tabell 16 och Tabell 17). I Tabell 16 anges också de riktvärden som gäller för metallhalter i certifierat biogödsel enligt Certifierad återvinning SPCR 120 och i slam från certifierat avloppsreningsverk enligt REVAQ.

Laboratorier som analyserar slam är vanligtvis ackrediterade av SWEDAC. Däremot är de inte alltid ackrediterade för alla specifika analysmetoder som de utför. Vid analys av slam kan en specifik analysmetod väljas. Om slam- eller biogödselproducenten är certifierad står det angivet i certifieringsreglerna vilken metod som ska väljas vid specifika analyser. Det är viktigt att känna till att det finns vissa frihetsgrader kopplade till metoderna och att dessa kan tillämpas av laboratoriet när de utför analysen. Till exempel kan något laboratorium

använda sig av en uppslutningskemikalie och ett annat laboratorium av en annan (vanliga uppslutningskemikalier är salpetersyra och kungsvatten). Beroende på uppslutningskemikalie kan analysvaret skilja sig åt (analyseras samma slam med samma metod men med olika uppslutningskemikalier blir ofta resultaten olika). Det är därför viktigt att slamproducenten är tydlig med vilken metod och vilken uppslutningskemikalie som ska användas vid analys av slamprover.

Det kommer troligen framöver bli vanligare att slamproducenter vill beställa specifika analysmetoder vilka redovisar lägre detektionsgränser än idag vid analys. Detta är en följd av den ”kadmium- och fosforjakt” som till exempel de certifierade avloppsreningsverken bedriver. I takt med att detektionsgränserna blir lägre ökar också mätosäkerheten i analysvaren. I REVAQ finns det krav på att kadmiumfosfor kvoten varje år ska minska. Idag (år 2012) är den tillåtna kadmiumfosfor kvoten 33 mg Cd/kg P men kvoten ska ner till 17 mg Cd/kg P senast år 2025. Kadmiumhalten i slammet måste därför succesivt minska för att de certifierade REVAQ-verken ska kunna fortsätta att vara certifierade.

Under år 2011 startades ett projekt för att jämföra olika analyslaboratoriers analysresultat för att på så vis komma till rätta med vilken metod som är den bästa för att mäta kadmium, fosfor etc. Flera REVAQ-certifierade avloppsreningsverk och flera analyslaboratorier är med i studien som beräknas avslutas våren 2012 [88].

7.5 Samhällsekonomiska aspekter

Med samhällsekonomisk nytta avses här den totala nyttan – positiv eller negativ – av en viss slamanvändning. Den samhällsekonomiska nyttan beror på ett stort antal faktorer. Vissa av dessa faktorer går inte att utvärdera kvantitativt, och utgör istället kvalitativa data i bedömningen. De faktorer som kan bedömas kvantitativt kan användas för att beräkna ett ekonomiskt resultat av användningen i fråga. Den totala bedömningen måste göras med både kvalitativa och kvantitativa data som underlag. Varje fall är unikt, vilket visas av att t.ex. transportkostnader finns med i den ekonomiska utvärderingen. Det är därför bara vid studiet av ett specifikt fall som det går att beräkna ett ekonomiskt resultat. Den skisserade ekonomiska modellen och resonemanget kring denna (jfr. kapitel 5) visar vilka faktorer som är kvantitativa och kvalitativa.

Oavsett vilket resultat en samhällsekonomisk analys ger så bör lagar och förordningar följas och nationella mål eftersträvas. Inte desto mindre är analysen fristående och bör därför kunna tjäna som underlag för lagstiftning och nationell målsättning.

7.6 Gruvtäckning

Den miljöpåverkan som kan förväntas från användning av stora mängder slam för återställning av områden efter gruvdrift är framför allt utlakning av kväve till vattenmiljön. Försök från GRYAAB [89] visar att kväve med tiden lakas ut när slammet blir syresatt samtidigt som någon större utlakning av fosfor inte skedde. Samtidigt måste det vägas in orsaken till varför områdena återställs och slam används. Dammspridningen kan lokalt vara ett mycket stort problem. Om materialet innehåller oxiderbart svavel är försurningen av omgivande vatten ofta påtaglig och ibland även utlakning av metaller p g a det låga pH-värdet. Alternativa material i de mängder som behövs är ofta svårt att få fram och ger ofta inte samma positiva effekt både vad gäller minskad syrabildning och möjlighet för växtlighet att etablera sig långsiktigt.

7.7 Substratets påverkan på rötresten

”Röta det som rötas kan”, för att kunna producera mer biogas, fungerar inte alltid i praktiken även om det är gasen som är den främsta inkomstkällan. Det är dock viktigt att komma ihåg att det vid samrötning av avfall produceras två produkter, biogödsel och biogas. Vilka substrat som används för produktionen är avgörande för biogödselns kvalitet samt för mängden biogas. Biogasproducenter måste förstå vilka krav som jordbrukaren, jordtillverkaren, deponiägaren etc. har på det slam som de ska ta emot. Vilka grödor odlar jordbrukaren, vilka är jordbrukarens kunder, och vad har jordbrukarens kunder för krav på de grödor som jordbrukaren distribuerar till dem? Svar på dessa frågor måste biogasproducenten veta om han/hon ska säkerställa användning av sin rötrest, som t ex slam eller biogödsel.

Flera samrötningsanläggningar har svårt att få ekonomin att gå ihop. Det är svårt att hitta bra substrat som ger mycket biogas. När ”nya” substrat har identifierats blir det snart konkurrens om substratet. Det pågår i vissa delar av Sverige ”substratkrig” och det finns då en risk att anläggningsägare gör avkall på substratens lämplighet avseende biogödselns kvalitet.

Vissa industrier har organiska avfallsflöden som lämpar sig mycket väl för att göra biogas av. Men biogasprocenten måste informera sig om hur rena dessa avfall är och vilken som är den bästa användning för rötresten.

Både avloppsreningsverk och samrötningsanläggningar som är certifierade, antingen enligt REVAQ eller Certifierad återvinning, SPCR 120 Biogödsel, har krav på sig att ha kontroll över inkommande flöden eller substrat. En samrötningsanläggning ska granska varje enskilt substrat avseende tungmetaller eller tillsatsämnen innan det godkänns som substrat till deras biogödselproduktion. Innehåller substratet exempelvis höga halter av någon metall får anläggningen inte ta emot substratet. Ett REVAQ-certifierat avloppsreningsverk har inte samma förutsättningar att analysera varje enskilt anslutet avloppsvatten. Däremot analyserar de inkommande vatten och bedriver uppströmsarbeten för att identifiera enskilda källor som de sedan arbetar med att fasa ut från inkommande vatten. Ett avloppsreningsverk kan även ta emot substrat för att samröta detta med slam från reningsverket. Avloppsreningsverket ska även ha kontroll över dessa substrats påverkan på slamkvalitén.

Även avfall som klassas som ”rena avfall” kan ge upphov till försämrad kvalitet på slammet. Exempelvis kan potatisvatten från potatisindustrin utgöra en kadmiumkälla. Potatisvatten togs in till ett avloppsreningsverk (ARV) för att samrötas med avloppsslam. ARVs slamproduktion var certifierad enligt REVAQ. I takt med att ökade krav inom certifieringssystemet (krav att arbeta mot ständiga förbättringar) klarade inte av ARV av att följa certifieringssystemets ökade krav på kadmiumfosforkvot. ARV fick här välja, antingen att avstå certifiering eller att låta bli att samröta med potatisvattnet. ARV valde att fortsätta arbeta med sin REVAQ-certifiering och avstod i stället att ta emot potatisvattnet.

Både inom REVAQ och SPCR 120 Biogödsel är kadmium en parameter som det finns stort fokus på. Inom REVAQ finns specifika gränsvärden och för SPCR 120 har Avfall Sverige finansierat en utredning för att få ökad kunskap om kadmium i biogödsel och

substrat som behandlas inom certifieringssystemet. Rapporten från studien ges ut våren 2012 [90].

Kadmiumfrågan är väsentlig, speciellt när det gäller slam som ska användas som gödselmedel på jordbruksmark. I Kemikalieinspektionens regeringsuppdrag dras slutsatsen att för att få en minskning av kadmiumhalten i alla jordar bör den genomsnittliga halten i gödsel vara lägre än 12 mg Cd/kg P [91]. Grödor som har lätt för att ta åt sig kadmium, till exempel potatis, bör således inte odlas på jordar som är kadmiumrika om dessa grödor ska kunna vara en del i kretsloppet. Även om ett slam inte har speciellt hög kadmiumhalt kan kvoten bli hög om halten av fosfor är låg. Slam som har en hög kadmiumfosforkvot ska därför inte användas som gödselmedel utan istället användas på annat sätt. Slam från pappers- och massaindustrin har ett väldigt högt Cd/P-förhållande som framför allt beror på att detta slam innehåller mycket lite fosfor. Kvoten mellan kadmium och fosfor är därför inte ett lämpligt mått, utan istället bör detta slams totala tillförsel av kadmium till den aktuella marken värderas eftersom det inte används för tillförsel av fosfor. Vilket som är bästa användning, beroende på slammets egenskaper, kan fås genom bedömningsverktyget.

En jämförelse mellan medelvärden av de kadmiumfosforkvoter som har identifierats i detta projekt redovisas i Tabell 35. För max- och minvärden samt spridning av data hänvisas kapitel 2.1 (Tabell 1, Tabell 8 och Tabell 12).

Tabell 35 Jämförelse av medelvärde för kadmiumfosforkvoter från biogödsel från samrötningsanläggningar, slam från avloppsreningsverk och slam från pappers- och massaindustri. För mer information om data se Tabell 1, Tabell 4, Tabell 8 och Tabell 12.

Table 35 Comparison of mean values of Cd/P, from digestion sludge from co-digestion, sludge from waste water treatment plant, and sludge from paper pulp industry. For more information about data, see Table 1, Table 4, Table 8 and Table 12.

	Biogödsel från samrötningsanläggningar år 2009	Slam från avloppsreningsverk år 2008	Slam från pappers- och massaindustrin år 2003
	Kadmiumfosforkvot [mg Cd/kg P]		
Medelvärde	15,6	28,84 (24,32 ¹)	1 351 ²

¹ Beräknat medelvärde från 32 certifierade avloppsreningsverk år 2010.

² Medelvärde från 25 olika analyser för 17 olika slamblandningar.

8 Slutsatser

- Användning av avloppsslam som gödselmedel inom jordbruk är i huvudsak reglerat via ett EU-direktiv och därför finns principiella likheter inom hela EU, medan gränsvärden varierar kraftigt mellan olika medlemsländer. Annan användning av avloppsslam, som t.ex. som komponent vid jordtillverkning, användning som gödselmedel inom skogsbruk, återställning efter gruvverksamhet med flera användningsområden saknar specifik reglering. För dessa områden gäller miljöbalkens hänsynsregler, vilket kan ge upphov till olika tolkningar och ofta innebära ett hinder för användning.
- Andra slamsorter, än slam från kommunala avloppsreningsverk, ex rötrester som biogödsel saknar specifik reglering för användning. För dessa slamsorter tillämpas miljöbalkens hänsynsregler, se punkten ovan för konsekvenser.
- Frivilliga certifieringssystem har vuxit fram för jordbruksanvändning av både avloppsslam och biogödsel från biogasanläggningar för att ytterligare förbättra kvaliteten och stärka förtroendet. Certifieringssystemet för biogödsel har fått ett brett genomslag och fyller delvis samma funktion som ett legalt regelverk.
- Då jordbruksanvändning av avloppsslam omfattas av ett relativt heltäckande regelverk har detta kommit att användas även för andra slamsorter eller andra liknande produkter som används inom jordbruket. En nationell lagstiftning för alla organiska gödselmedel, utom naturgödsel, skulle behövas som ett komplement eftersom slamregelverket inte är anpassat till alla de övriga produkter som det används för.
- Kunskapen om olika slamsorters sammansättning varierar. Sammansättningen på slam från kommunala avloppsreningsverk är välkänd, till stor del p.g.a. regelverket men även eftersom det är ett område som det forskats mycket inom. Att det är ett välforskat område beror på att slammet som används inom jordbruket under lång tid har diskuterats flitigt.
- Det är stor skillnad på sammansättningen mellan olika slamsorter både vad gäller innehåll av organiskt material, vattenhalt, växtnäringssinnehåll, metallhalter mm. Därför måste varje slamsort och även samma slamsort, men som kommer från olika pappersbruk, avloppsreningsverk, biogasanläggning etc. analyseras för att kunna avgöra hur det kan användas.
- Förutom de parametrar som idag finns lagstiftade visar projektet på att det finns flera parametrar, här kallade övriga parametrar, som är intressanta när man pratar slam användning. Dessa parametrar bör uppmärksammas i framtida studier för att eventuellt kunna utvidga lagstiftningen.
- Genom att styra rätt slam till rätt plats bör användningen blir effektivare och därmed ge mindre miljöbelastning och lägre kostnader. Bedömningsverktyget och denna rapport hoppas vi kan vara en hjälp på vägen för att nå detta resultat.

- Lagstiftningen varierar mycket mellan olika slamsorter och användningsområden, något som denna sammanställning tillsammans med bedömningsverktyget tydligt visar på.

9 Rekommendationer och användning

Projektet Rätt slam på rätt plats har resulterat i två slutprodukter; en slutrapport och ett bedömningsverktyg. Slutrapporten innehåller, förutom information om slamsorter och användningsområden, framförallt en översiktlig sammanställning över den lagstiftning, de rekommendationer och certifieringsregler som i dagsläget finns för olika slamsorter och användningsområden. Även bedömningsverktyget består av en sammanställning av den nuvarande lagstiftningen och dess gränsvärden som gäller för olika användningsområden och slamsorter. Tillsammans ger de en översikt över nuvarande lagstiftning och de skillnader som finns i lagstiftningen för respektive slamsort och användningsområde.

Slutrapporten rekommenderas användas för att:

- Få en uppfattning om mängder och vissa egenskaper hos olika slamsorter
- Se vilka möjliga användningsområden som finns för slam, få kunskaper om användningen för dessa områden samt vilka krav som ställs på slammet vid respektive användning
- Få en översikt över den lagstiftning som gäller för respektive användningsområde samt för att förenkla tillgängligheten för respektive lagstiftning, förordning, etc. som rör specifikt område.

Bedömningsverktyget rekommenderas användas för att:

- Skapa sig en översikt över lagstiftningen som finns inom olika användningsområden och för att tydligt se vilka skillnader som finns i lagstiftningen mellan dessa områden.
- Skapa en vägledning om var en viss slamsort/slamparti kan användas
- De som arbetar inom ett specifikt område lätt ska kunna se vad som gäller för användning inom övriga områden och vad som skiljer områdena åt

De två slutprodukterna rekommenderas tillsammans användas som ett hjälpmedel för att hitta ”rätt lagstiftning” för ett visst användningsområde samt för att uppmärksamma skillnader i lagstiftningen mellan olika områden.

Förhoppning är att dessa två slutprodukter ska bidra till att, i framtiden, styra rätt slam till rätt plats. För att uppnå detta krävs dock att bedömningsverktyget kontinuerligt uppdateras utifrån förändrad och ny lagstiftning, något som projektet därför vill lyfta som ett eventuellt fortsättningsprojekt. Ett annat fortsättningsprojekt skulle kunna vara att utveckla bedömningsverktyget till att bli ett komplett verktyg som kan användas vid beslutsfattning/som tar med även aspekter utanför lagstiftningen.

Ytterligare förslag på områden som bör studeras ytterligare och skulle kunna passa som framtida arbeten inom området är:

- Grundläggande genomgång av några av de övriga parametrar som projektet presenterat som prioriterade för slamanvändning
- Genomföra en större jämförande systemanalys för de olika slamsorterna och användningsområden som identifierats inom detta projekt.

- Att skapa en mall för bedömning av slam utöver kvalitet, egenskaper och lagstiftning där man tittar på ekonomi, acceptans, klimatpåverkan och energi.

Förutom dessa förslag rekommenderas att en nationell gödselmedelslagstiftning skapas. En sådan gemensam lagstiftning skulle behövas eftersom det idag saknas lagstiftning för flera användningsområden och det regelverk som idag finns för jordbruksanvändning av avloppsslam inte är anpassat till alla de övriga produkter som det ibland användas för.

10 Referenser

- [1] Strömberg B. (2005) *Bränslehandboken*, Värmeforsk Rapport Nr 911
- [2] Nationalencyklopedin (2011) Hämtat från: <http://www.ne.se/slam/309431> (2011-12-16)
- [3] Svenskt vattens Certifieringssystem för reningsverk, "REVAQ – Återvunnen växtnäring" http://www.svenskvatten.se/web/Certifieringssystem_for_slam.aspx, 2011-05-17
- [4] Statens energimyndighet (2011) "Produktion och användning av biogas 2010" ES 2011:07. Statens energimyndighet, Eskilstuna, och Energigas Sverige, Stockholm, 2011, ISSN 1654-7543.
- [5] Blom, Angelika, Rådgivare Biologisk återvinning, Avfall Sverige, 2011 (Statistikinsamlingsverktyget Avfall Web 2009). (Personligt meddelande)
- [6] REVAQ (2011). "REVAQ Återvunnen växtnäring. Årsrapport 2010 REVAQ" Svenskt Vatten.
- [7] Naturvårdsverket (2011) Hämtat från: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Verksamheter-med-miljopaverkan/Avlopp/Avloppsslam/Siffror-om-avloppsslam/> (2011-10-07)
- [8] Ingrid Haglind, Skogsindustrierna Personlig referens (2012-02-17)
- [9] Avfall Sveriges Certifieringssystem, "Certifierad Återvinning, SPCR 120 Biogödsel" http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Biologisk/SPCR_120maj_2010.pdf, 2011-12-14
- [10] Statens energimyndighet (2010) "Produktion och användning av biogas 2009" ES 2010:05. Statens energimyndighet, Eskilstuna, och Energigas Sverige, Stockholm. 2010, ISSN 1654-7543.
- [11] Avfall Sverige (2011) *Strategi för biogödsel och kompost*. Rapport U2011:16, Avfall Sverige. ISSN 1103-4092.
- [12] Avfall Sverige (2011). Hämtad från: <http://www.avfallsverige.se/avfallshantering/biologisk-atervinning/roetning/biogoedsel/> (2011-10-07)
- [13] Avfall Sverige (2010). "Svensk avfallshantering 2010" Avfall Sverige, Malmö.
- [14] Avfall Sverige (2011). "Svensk avfallshantering 2011" Avfall Sverige, Malmö.
- [15] Christina Anderzén, ingenjör, Energiteknik, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2011. (Personligt meddelande)
- [16] KEMI (2011) "Kadmiumhalten måste minska – för folkhälsans skull. En riskbedömning av kadmium med mineralgödsel i fokus" Rapport från ett regeringsuppdrag. Kemikalieinspektionen, Sundbyberg. ISSN: 0284-1185
- [17] Naturvårdsverket (2012) Hämtat från: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Verksamheter-med-miljopaverkan/Avlopp/Avloppsslam/Behandling-av-avloppsslam/> (2012-02-20)
- [18] Anders Finnson, Avlopp, miljö, REVAQ, Svenskt Vatten, 2012 (Personligt meddelande)
- [19] SCB (2010). "Utsläpp till vatten och slamproduktion 2008" Sveriges officiella statistik, Statistiskt meddelande MI 22 SM 1001. Statistiska centralbyrån (SCB). ISSN 1403-8978 Serie MI-Miljövård.

- [20] Naturvårdsverket (2011) Hämtat från:
<http://www.naturvardsverket.se/Start/Verksamheter-med-miljopaverkan/Avlopp/Avloppsslam/Anvandningsmojligheter-for-avloppsslam/>
(2011-10-07)
- [21] Hellström H. (2009). "Avsättning av energiprodukter från biologisk behandling – vilka frågeställningar kommer att bli aktuella?" WR-30B, Waste Refinery, www.wasterefinery.se
- [22] REVAQ (2010). *REVAQ Återvunnen växtnäring. Årsrapport 2009*. REVAQ.
- [23] REVAQ (2011) *REVAQ Återvunnen växtnäring*. Nyhetsbrev –Juni 2011. REVAQ, Svenskt Vatten AB, Stockholm
- [24] Gyllenhammar M. (1998) *Förbränning av returfiber och fiberslam i barkpannor*, Värmeforsk Rapport Nr 624
- [25] Axelsson R., Backman S., Gyllenhammar M., Kjörk A., Herstad S., Wennberg O. et al. (2001), *Slam från skogsindustrin*, Branschprogram, Branschprogram, Värmeforsk Rapport Nr 747
- [26] Gyllenhammar M., Herstad Svärd S., Kjörk A., Larsson S., Wennberg O., Åmand L.-E. & Esilsson D., (2003), *Branschprogram; Slam från skogsindustrin fas II*, Värmeforsk Rapport Nr 804
- [27] Cordell, D., Drangert, J.O., White, S., (2009). *The story of phosphorus: global food security and food for thought*. Global Environmental Change 19, 292–305.
- [28] Löfblad, G., Bisaillon, M., Sundberg, J. (2010) *Miljöpåverkan från toxiska ämnen vid behandling av avfall*. Waste Refinery WR-28.
- [29] Kenneth Sahlén, Forskningsledare, Ungskogsbehandling – näringsfrågor, Institut för skogens ekologi och skötsel SLU, 2011 (Personligt meddelande)
- [30] Hans Winsa, Forskningsledare, Sveaskog, 2011 (Personligt meddelande)
- [31] Johan Hagström, Skogsstyrelsen, 2012 (Personligt meddelande)
- [32] Davidsson, K. "Litteraturstudie om slameldning i rostpanna "Waste Refinery, projekt WR-37, 2010, ISSN 1654-4706, godkänd delrapport.
- [33] Knoche, M. VDI Wissenforum (2004-02-13—14)
- [34] Åmand, L.-E., Leckner, B., Eskilsson, D., Tullin, C. "Deposits on heat transfer tubes during co-combustion of biofuels and sewage sludge" Fuel 85, 2006, 1313-1322.
- [35] Davidsson, K. O., Åmand, L.-E., Elled, A.-L., Leckner B. "Effect of cofiring coal and biofuel with sewage sludge on alkali problems in a circulating fluidized bed boiler" Energy & Fuels 21, 2007, 3180-3188.
- [36] Davidsson, K., Eskilsson, D., Gyllenhammar, M., Herstad Svärd, S., Kassman, H., Steenari, B.-M., Åmand, L.-E. "Åtgärder för samtidig minimering av alkalirelaterade driftproblem" Värmeforskrapport nr. 997, projekt nr. A5-509, 2006.
- [37] Gyllenhammar, M., Herstad Svärd, S., Davidsson, K., Åmand, L.-E., Steenari, B.-M., Folkesson, N., Pettersson, J., Svensson, J.-E., Boss, A., Johansson, L. Kassman H. "Åtgärder för samtidig minimering av alkalirelaterade driftproblem, Etapp 2" Värmeforskrapport 1037, projekt nr. A06-621, 2007.
- [38] Herstad Svärd, S., Åmand, L.-E., Bowalli, J., Öhlin, J., Steenari, B.-M., Pettersson, J., Svensson, J.-E., Karlsson, S., Larsson, E., Johansson, L.-G., Davidsson, K., Bäfver, L., Almark, M. "Åtgärder för samtidig minimering av alkalirelaterade driftproblem, Etapp 3" Värmeforskrapport nr. 1167, projekt nr. A08-817, 2011.

- [39] Gyllenhammar, M., Davidsson, K., Jonsson, T., Pettersson, J., Victorén, A., Andersson, H., Widén, C. "Energiåtervinning av brännbar fraktion från fraktionering av metallhaltigt avfall-steg 2" Waste Refinery, projekt WR-23, 2010, ISSN 1654-4706.
- [40] Baxter, L.L. "Ash Deposition during Biomass and Coal Combustion: A mechanistic Approach" Biomass and Bioenergy 4, 1993, 85-102.
- [41] Brus, E., Öhman, M., Nordin, A. "Mechanism of bed agglomeration during fluidized-bed combustion of biomass fuels" Energy & Fuels 19, 2005, 825-832.
- [42] RVF rapport 2002:18 "Täckning av deponier med blandning av avloppsslam och aska. Erfarenheter, beständighet och andra erfarenheter", Malmö, 2008
- [43] RVF-rapport 2006:04 "Täckning av deponier med blandning av aska och slam. Erfarenheter från tre fältförsök", Malmö, 2008
- [44] Handbok 2004:2 med allmänna råd till förordningen (2001:512) om deponering av avfall och till 15 kap. 34 § miljöbalken, (1998:808)
- [45] Mácsik J., Maurice C., Edeskär T., Erlandsson Å. & Persson E., (2011), *Q9-714, Utformning av skyddsskikt – beständighet*, Askprogrammet, Värmeforsk nr 1171. <http://www.varmeforsk.se/rapporter?action=show&id=2472> (2012-02-16)
- [46] Boliden (2012) Hämtat från: <http://www.boliden.com/sv/Hallbarhet/I-fokus/> (2012-03-20)
- [47] SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, "Certifieringsregler för anläggningsjord".
- [48] Naturvårdsverket (2011) Hämtad från: <http://www.naturvardsverket.se/Start/Tillstandet-i-miljon/Miljogifter/Organiska-miljogifter/> (2011-11-10)
- [49] Naturvårdsverket (2011) Hämtad från: <http://www.naturvardsverket.se/Start/Tillstandet-i-miljon/Miljogifter/Organiska-miljogifter/Effekter-pa-djur-och-manniska/> (2011-11-10)
- [50] MistraPharma (2011). *Samarbete för att minska miljöriskerna med läkemedel*, MistraPharma - forskare och intressenter. Stockholm
- [51] Eriksson, J. (2009) *Strategi för att minska kadmiumbelastningen i kedjan mark-livsmedel-människa*. Rapport MAT21 nr 1/2009. Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Uppsala.
- [52] Andersson, P-G. (2009) *Slamspridning på åkermark, Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981-2008*. Hushållningssällskapens rapportserie, Skåne
- [53] Ingrid Svedinger, Ministry for Rural Affairs, 2012-02-29 (Personligt meddelande)
- [54] Yara (2011) Miljö Yara Sverige. Hämtad från: http://www.yara.se/sustainability/4_point_guarantee_for_agricultural_products/environment/index.aspx (2011-10-24)
- [55] KEMI (2011) "Kadmiumhalten måste minska –för folkhälsans skull. En riskbedömning av kadmium med mineralgödsel i fokus". Rapport från ett regeringsuppdrag. Kemikalieinspektionen (KEMI), Sundbyberg. ISSN: 0284-1185
- [56] Naturvårdsverket (2011b) Hämtad från: <http://naturvardsverket.se/sv/Start/Lagar-och-styrning/Foreskrifter-och-allmanna-rad/> (2011-07-05) Senast uppdaterad: 2011-07-05
- [57] Regeringskansliet (2011a) Hämtad från: <http://www.sweden.gov.se/sb/d/2475/a/15458> (2011-07-05) Senast uppdaterad: 2006-06-28

- [58] Miljömål (2012) Hämtad från: <http://miljomal.nu/Generationsmalet/> (2012-02-13) Senast uppdaterad: 2010-12-13).
- [59] Miljömål (2012) Hämtad från: <http://miljomal.nu/15-God-bebyggd-miljo/Delmal/Avfall-2005-2015/> (2012-02-13) Senast uppdaterad: 2011-04-01
- [60] Naturvårdsverket (2011a) Hämtad från: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Lagar-och-styrning/Lag-och-ratt/Miljobalken/> (2011-07-07) Senast uppdaterad: 2011-02-08
- [61] Regeringskansliet (2011) Hämtad från: <http://www.sweden.gov.se/sb/d/3770> (2011-07-07) Senast uppdaterad: 2011-03-03
- [62] Jordbruksverket (2011a) Hämtad från: <http://www.sjv.se/amnesomraden/djur/djurprodukter/vadaranimaliskabiprodukter.4.67e843d911ff9f551db80002182.html> (2011-07-08) Senast uppdaterad: 2011-05-11
- [63] Jordbruksverket (2011) Rötning av animaliska biprodukter. Version: 2011-09-21. Jordbruksverket, Enheten för foder och hälsa.
- [64] Susanne Liljenström, Jordbruksverket (Personligt meddelande)
- [65] Jordbruksverket (2011b) Hämtad från: <http://www.sjv.se/amnesomraden/djur/djurprodukter/organiskagodningsmedel.4.7caa00cc126738ac4e8800014876.html> (2011-07-08) Senast uppdaterad: 2011-03-10
- [66] Naturvårdsverket (2010a) ”Redovisning av regeringsuppdrag 21. Uppdatering av ”Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp”. Naturvårdsverket, Stockholm. Hämtad från: http://www.naturvardsverket.se/upload/30_global_meny/02_aktuellt/yttranden/Sa_har_vill_vi_aterfora_mer_fosfor_till_kretsloppet/Uppdatering_av_Aktionsplan_for_aterforing_av_fosfor_ur_avlopp.pdf Senast uppdaterad: 2010-04-07
- [67] Svenskt Vatten (2012) Hämtad från <http://www.svensktvatten.se/Aktuellt/Nyheter/Avlopp-och-Miljo-nyhetslista/Miljodepartementet-antar-inte-Naturvardsverkets-forslag-till-slamforordning/> (2012-02-27)
- [68] Naturvårdsverket (2010b) *Förslag till förordning*. Hämtad från: http://www.naturvardsverket.se/upload/30_global_meny/02_aktuellt/yttranden/Sa_har_vill_vi_aterfora_mer_fosfor_till_kretsloppet/Bilaga_1_Forslag_till_forordning.pdf
- [69] Martin Holm, Naturvårdsverket. 2011-05-30 (Personligt meddelande)
- [70] REVAQ (2011b). Hämtat från: <http://www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Avlopp-och-Miljo/REVAQ/om-REVAQ/> (2011-05-26)
- [71] REVAQ (2011a) Regler för certifieringssystemet REVAQ Återvunnen växtnäring, Utgåva 2.1, 2011-02-07. Svenskt vatten, Stockholm.
- [72] REVAQ (2012) Regler för certifieringssystemet REVAQ Återvunnen växtnäring, Utgåva 2.2, 2012-01-01. Svenskt vatten, Stockholm.
- [73] Sjödahl Svensson Kjell, KRAV, 2011-08-25 (Personligt meddelande)
- [74] KRAV (2011) Regler för KRAV-certifierad produktion, Utgåva januari 2011, KRAV ekonomisk förening
- [75] Jordbruksverket (2012) Ekologisk odling,

- <http://www.sjv.se/amnesomraden/odling/ekologiskodling/reglerochcertifiering/insamlingsystemforhushallsavfall.106.510b667f12d3729f91d80008099.html> (2012-02-16)
- [76] Svenskt Sigill (2011a) IP SIGILL Spannmål Oljeväxter. Standard för kvalitetssäkrad spannmåls- & oljeväxtproduktion. Svenskt Sigill, Tabergs Tryckeri AB, Stockholm.
- [77] Svenskt Sigill (2011b) (Svenskt Sigill, 2011) <http://www.svensksigill.se/Certifiering-NY/IP-SIGILL/Om-IP-SIGILL-certifiering/> (2011-05-26)
- [78] Johan Hagström, Skogsenheten och Gunilla Kock Hansson, Enheten för lag och områdesskydd, Skogsstyrelsen, 2011
- [79] Boliden AB (2011), Hämtad från: [http://www.boliden.com/www/bolidense.nsf/\(WebSiteMapDocs\)/a2b40d2e9e47496fc1257648002a78b2](http://www.boliden.com/www/bolidense.nsf/(WebSiteMapDocs)/a2b40d2e9e47496fc1257648002a78b2) (2011-08-12)
- [80] TRV 2011:102 "AMA Anläggning 10. Allmän material- och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten", Svensk Byggtjänst, 2011, ISBN: 9789173334457
- [81] Naturvårdsverket, Rapport 4418, Naturvårdsverket, VAV och LRF, Användning av avloppsslam i jordbruket, Naturvårdsverket, Solna, 1995, ISBN 91620-4418-4.
- [82] LRF Styrelsens yttrande nr 16 2010, (<http://www.lrf.se/PageFiles/5381/avloppsslam.pdf>)
- [83] Lindberg R., Fick J., Tysklind M., (2006) Miljöforskning, Formas tidning för ett hållbart samhälle. <http://miljoforskning.formas.se/sv/Nummer/December-2006/Innehall/Temaartiklar/Lakemedel-problem-for-reningsverk/> (2012-02-15)
- [84] Sternbeck, J. Blytt, L D. Gustavson, K. Frankki, S. Bjergström, M. (2011) *Using sludge on arable land – effect based levels and longterm accumulation for certain organic pollutants*, TemaNord 2011:506, Nordic Council of Ministers, Copenhagen
- [85] Olofsson, U., (2012) *Removal processes in sewage treatment plants - Sludge quality and treatment efficiency of structurally diverse organic compounds*, Umeå Universitet
- [86] Lantbrukarnas Riksförbund (LRF) Önskade organiska ämnen, <http://www.lrf.se/Miljo/Avloppsslam/Fakta-om-slam1/Oonskade-amnen/Organiska-amnen/> (2012-02-15)
- [87] KemI, Användning av ämnen som beståndsdel i kemiska produkter, <http://kemi.se/sv/Innehall/Statistik/Kortstatistik/Oversiktlig-kortstatistik/Anvandning-av-amnen-som-bestandsdel-i-kemiska-produkter/> (2012-02-15)
- [88] Christina Rydh, Slottshagens ARV, Norrköping Vatten AB 2012 (personligt meddelande)
- [89] Ahlberg, G., Mattsson, A., Wedel, P. (2006) *Kalkat slam som markbyggnadsmateril – lakning och strukturförändring under 16 år. En lysimeterstudie*. Gryaab rapport 2006:3. Gryaab.
- [90] Emelie Ljung & Christina Anderzén, *Kadmium innehåll i biogödsel*, (personligt meddelande)
- [91] Kemikalieinspektionen (2011) Rapport från ett regeringsuppdrag, *Kadmiumbalten måste minska – för folkbälsans skull, En riskbedömning av kadmium med mineralgödsel i fokus*, Rapport Nr 1/11.

Bilaga A, Maxtillförsel till jordbruksmark av prioriterade spårelement enligt REVAQ

Tabell 36 visar maxtillförsel till jordbruksmark av prioriterat spårelement beräknat som gram per hektar och år enligt certifieringsreglerna REVAQ – Återvunnen växtnäring, utgåva 2.1. Halterna av maximal tillförsel av respektive metall är beräknade utifrån att en minskning ska ske från 1 % (år 2011) till 0,2 % (år 2025). Ursprungsvärden som har använts vid beräkningen är hämtade från Naturvårdsverkets rapport 5148. Beräkningarna för max tillförsel av Cd utgår från att max Cd/P-kvot 2011 är 34 mg Cd/kg P och 2025 är 17 mg Cd/kg P. Således ska en linjär minskning av Cd/P-kvoten ske fram till år 2025 [3].

Tabell 36 Maxtillförsel till jordbruksmark av prioriterat spårelement beräknat som gram per hektar och år (g/ha, år) enligt certifieringsreglerna REVAQ – Återvunnen växtnäring, utgåva 2.1

Table 36 Maximum supply of prioritised trace elements to agricultural land calculated as grams per hectare and year (g/ha, year) according to certification rules of REVAQ - Recycled nutrients, issue 2.1

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Ag*	5,63	5,26	4,90	4,54	4,18	3,82	3,46	3,09	2,73	2,37	2,01	1,65	1,29	0,92	0,56
As	109	103	97	91	84	78	72	66	59	53	47	41	34	28	22
Au															
Ba	19188	18091	16995	15898	14802	13705	12609	11513	10416	9320	8223	7127	6030	4934	3838
Be	40,6	38,3	36,0	33,7	31,3	29,0	26,7	24,4	22,1	19,7	17,4	15,1	12,8	10,4	8,1
Bi															
Cd	0,75	0,72	0,70	0,67	0,64	0,61	0,59	0,56	0,53	0,51	0,48	0,45	0,42	0,40	0,37
Ce	1906	1797	1688	1579	1471	1362	1253	1144	1035	926	817	708	599	490	381
Cs	66	62	58	54	51	47	43	39	36	32	28	24	21	17	13
Dy	128	121	113	106	99	92	84	77	70	62	55	48	40	33	26
Er	72	68	64	60	55	51	47	43	39	35	31	27	23	18	14
Eu	27,5	25,9	24,4	22,8	21,2	19,6	18,1	16,5	14,9	13,4	11,8	10,2	8,6	7,1	5,5
Ga	284	268	252	236	219	203	187	171	154	138	122	106	89	73	57

Gd	113	106	100	93	87	80	74	68	61	55	48	42	35	29	23
Ge	219	206	194	181	169	156	144	131	119	106	94	81	69	56	44
Hf	234	221	208	194	181	167	154	141	127	114	100	87	74	60	47
Hg	1,13	1,06	1,00	0,93	0,87	0,80	0,74	0,68	0,61	0,55	0,48	0,42	0,35	0,29	0,23
Ho	29,4	27,7	26,0	24,3	22,7	21,0	19,3	17,6	15,9	14,3	12,6	10,9	9,2	7,6	5,9
In	1,25	1,18	1,11	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,39	0,32	0,25
Ir	1,25	1,18	1,11	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,39	0,32	0,25
La	1094	1031	969	906	844	781	719	656	594	531	469	406	344	281	219
Li	563	530	498	466	434	402	370	338	305	273	241	209	177	145	113
Lu	12,8	12,1	11,3	10,6	9,9	9,2	8,4	7,7	7,0	6,2	5,5	4,8	4,0	3,3	2,6
Nb	406	383	360	337	313	290	267	244	221	197	174	151	128	104	81
Nd	938	884	830	777	723	670	616	563	509	455	402	348	295	241	188
Pb	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Pd	1,25	1,18	1,11	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,39	0,32	0,25
Pr	241	227	213	199	186	172	158	144	131	117	103	89	76	62	48
Pt	1,25	1,18	1,11	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,39	0,32	0,25
Rb	3500	3300	3100	2900	2700	2500	2300	2100	1900	1700	1500	1300	1100	900	700
Re	1,25	1,18	1,11	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,39	0,32	0,25
Rh	1,25	1,18	1,11	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,39	0,32	0,25
Ru	1,25	1,18	1,11	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	0,68	0,61	0,54	0,46	0,39	0,32	0,25
Sb#	15,63	14,6	13,6	12,6	11,6	10,6	9,6	8,6	7,6	6,6	5,6	4,6	3,6	2,6	1,6
Sc	303	286	268	251	234	217	199	182	165	147	130	113	95	78	61
Sm	147	138	130	122	113	105	97	88	80	71	63	55	46	38	29
Sn	43,8	41,3	38,8	36,3	33,8	31,3	28,8	26,3	23,8	21,3	18,8	16,3	13,8	11,3	8,8
Sr	5063	4773	4484	4195	3905	3616	3327	3038	2748	2459	2170	1880	1591	1302	1013
Ta	37,5	35,4	33,2	31,1	28,9	26,8	24,6	22,5	20,4	18,2	16,1	13,9	11,8	9,6	7,5
Tb	15,3	14,4	13,6	12,7	11,8	10,9	10,1	9,2	8,3	7,4	6,6	5,7	4,8	3,9	3,1
Te	2,50	2,36	2,21	2,07	1,93	1,79	1,64	1,50	1,36	1,21	1,07	0,93	0,79	0,64	0,50

Th	244	230	216	202	188	174	160	146	132	118	104	91	77	63	49
Ti	118750	111964	105179	98393	91607	84821	78036	71250	64464	57679	50893	44107	37321	30536	23750
Tl	6,9	6,5	6,1	5,7	5,3	4,9	4,5	4,1	3,7	3,3	2,9	2,6	2,2	1,8	1,4
Tm	10,3	9,7	9,1	8,5	8,0	7,4	6,8	6,2	5,6	5,0	4,4	3,8	3,2	2,7	2,1
U	109	103	97	91	84	78	72	66	59	53	47	41	34	28	22
V	1000	943	886	829	771	714	657	600	543	486	429	371	314	257	200
W	40,6	38,3	36,0	33,7	31,3	29,0	26,7	24,4	22,1	19,7	17,4	15,1	12,8	10,4	8,1
Y	906	854	803	751	699	647	596	544	492	440	388	337	285	233	181
Yb	94	88	83	78	72	67	62	56	51	46	40	35	29	24	19
Zr	8844	8338	7833	7328	6822	6317	5812	5306	4801	4296	3790	3285	2779	2274	1769

Bilaga B, Övriga parametrar utöver lagstiftningen

Tabell 37 Parametrar av intresse vid slamanvändning.

Table 37 Parameters of interest using sludge

Parameter	Idé, bakgrund, varför viss parameter är intressant.
Ursprung (slammets eller substrats ursprung)	Acceptans etc.
Fler patogener	Det finns behov att analysera fler patogener. Men där är man ej ännu i lagstiftningen. Patogen som analyseras på en samrötningsanläggning och rötter ABP-material är Salmonella. Indikatororganismer som används för att säkerställa att hygieniseringen har genomförts på ett korrekt sätt är <i>Enterococcus</i> och <i>E. Coli</i> . Patogen som analyseras på ett REVAQ-certifierat reningsverk är Salmonella.
Lukt	Effekt av lukt långvarigt på skogsmark.
Biocider från pappers- och massabruk	Kan biocider i slam från pappers- och massabruk påverka slamkvaliteten?
Lukt, konsistens, förekomst av främmande kroppar	Slam som är tänkt att förbrännas.
Metaller	Au, Sb, Ag, Bi (Inom REVAQ finns dessa metallerna redan med)
Kadmiumfosforkvot (Cd/P)	Krav på att slam från ett REVAQ-certifierat reningsverk max får innehålla 34 mg Cd/ kg P (gäller år 2011). Ska gränsvärde på Cd/P-kvot även finnas på andra slags slam och i sådana fall vilka gränsvärden?
Lakbarhet	Avser närsalter. Kväve är en viktig faktor vid gruvtäckning och skogsmark.
Organiska föroreningar	En liten mängd eller fler ämnen och få ett säkrare system? Svårt att hitta bra parametrar såsom en viss halt. Alt. - indikatorämnen - screening
Stabilitet (mängd lätt nedbrytbara organiskt mtrl)	
Max ökningstakt för kemiska ämnen över tid	Jordbruksmark
Minsta halter av Zn och tillgängligt P	Jordbruksmark
Kvävefosforkvot (N/P)	Viktigt för skogsmark
Kadmiumkvävekvot (Cd/N)	Intressant för spridning på skogsmark? Gränsvärde?
Kopparkvävekvot (Cu/N)	Intressant för slam från pappers- och massaindustrin? Intressant för spridning på skogsmark? Gränsvärde?
Cesium	Intressant metall för slam från pappers- och massaindustrin

Kopparfosforkvot (Cu/P)	Intressant för slam från pappers- och massaindustrin? Gränsvärde?
Bränsleanalys (fukt, aska, C, H, N, O, S, Cl, huvudelement och spårelement i inaskat prov, värmevärde)	Parametrar viktiga för förbränning.
Exempelvis (2S+3P)/Cl (2S+3P)/(Na+K) Ca/(S+1.5P)	Förbränning. Dessa kvoter avser bränslemixen; d.v.s. halter i och flöden av de ingående bränslena bestämmer värdet på kvoten.
Näringsämnen och lakbarhet.	Intressant för tätskikt/deponi, gruvtäckning
Nedbrytbarhet	Nedbrytbarhet!? Slam från pappersindustri kan vara svårare att bryta ner.
Permeabilitet	Vid deponitäckning.



WASTE REFINERY

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Box 857, 501 15 Borås
wasterefinery@sp.se
www.wasterefinery.se