

JTI-rapport

Kretslopp & Avfall

37

Metoder för avfallshantering vid småskalig slakt

Mats Edström
Linda Malmén
Mikael Hansson
Ola Palm



JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

2006

Metoder för avfallshantering vid småskalig slakt

*Methods for waste treatment from small-scale slaughter
of cattle and pigs*

Mats Edström
Linda Malmén
Mikael Hansson
Ola Palm

Innehåll

Förord.....	5
Sammanfattning	7
Bakgrund.....	8
Syfte	9
Definitioner	9
Regelverk	9
Animaliska biproduktsförordningen och slakt	9
Kategorier vid slakt	11
Bloduppsamling	11
Avloppsvatten	11
Lagring.....	12
Behandling – omhändertagande	12
Jordbruksanvändning av naturgödsel och mag- och tarminnehåll	12
Kommande ändringar i biproduktsförordningen	13
SRM-bestämmelser	13
Regelverk gällande lagring och spridning av gödsel	13
Förbränningsdirektivet och relaterat regelverk	14
Framtida förändringar	15
Studerade behandlingsalternativ	16
Lokal rötning vid slakteriet	17
Lokal våtkompostering vid slakteriet.....	19
Samförbränning av slaktavfall i stor anläggning	21
Regional rötning i stor anläggning	23
Lokal förbränning vid slakteriet.....	25
Känslighetsanalys	27
Diskussion.....	29
Slutsatser och rekommendationer	31
Referenser	33

Bilaga 1. Avfallsflöden och sammansättning	35
Bilaga 2. Beskrivning av lokala behandlingssystem	37
Bilaga 3. Insatser för att driva behandlingsprocess	41
Slutprodukter vid lokal behandling	42
Bilaga 4. Ekonomi	43
Bilaga 5. Övervakningsparametrar enligt förbränningsdirektivet	49

Förord

Den metod som små slakterier använder i dag innebär att allt slaktavfall bränns till höga kostnader i speciella anläggningar. Det beror på att avfallet av ekonomiska skäl blandas eftersom avfallsflödena är så små, och då kräver reglerna att avfallet bränns. De höga avfallskostnaderna har pekats ut som en begränsande faktor för etableringen av nya småskaliga slakterier.

Syftet med denna studie har varit att, baserat på befintlig kunskap, översiktligt beskriva tekniska och ekonomiska konsekvenser av några alternativa metoder för omhändertagande av genererat slakteriavfall från småskalig slakt samt vilka regelverk som måste beaktas. Vidare har syftet varit att peka på kunskapsluckor och flaskhalsar för dessa alternativ.

Arbetet har utförts av JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik i samverkan med Sveriges småskaliga kontrollslakteriers förening och har finansierats av Jordbruksdepartementet via Livsmedelsverket.

Under arbetets gång har Stig Ericsson och Annelie Andersson vid Sveriges småskaliga kontrollslakteriers förening bidragit med information om hur dagens avfallshantering bedrivs vid småskaliga slakterier. Vid Livsmedelsverket har Jan-Erik Eriksson och Paulo Kisekka bidragit med synpunkter på rapportutformningen samt varit diskussionspartners under projektet. Vidare har diskussioner förts med Susanne Liljenström vid Jordbruksverket om hur de olika förslagen på behandlingsmetoder för de olika avfallen ska utformas för att uppfylla EU:s animaliska biproduktsförordning.

Projektet har löpt under perioden 2006-01-01 till 2006-04-30 och har genomförts av Mats Edström och Ola Palm (projektkoordinator) samt Linda Malmén och Mikael Hansson.

Till samtliga som medverkat och lämnat uppgifter till projektet vill vi framföra ett varmt tack.

Uppsala i maj 2006

Lennart Nelson

Chef för JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Sammanfattning

Vid slakt uppkommer ett flertal fasta och flytande avfallsfraktioner med helt olika kemisk sammansättning och fysikaliska egenskaper. Hur avfallet klassas och hur det ska behandlas bestäms av regelverket för så kallade animaliska biprodukter. Den metod som små slakterier använder i dag innebär att allt slaktavfall bränns till höga kostnader i speciella anläggningar. Det beror på att avfallet av ekonomiska skäl blandas eftersom avfallsflödena är så små, och då kräver reglerna att avfallet bränns. De höga kostnaderna för omhändertagandet av avfallet har pekats ut som en begränsande faktor för etableringen av nya småskaliga slakterier.

Syftet med denna studie har varit att, baserat på befintlig kunskap, översiktligt beskriva tekniska och ekonomiska konsekvenser av några alternativa metoder för omhändertagande av genererat slakteriavfall från småskalig slakt samt vilka regelverk som måste beaktas. Vidare har syftet varit att peka på kunskapsluckor och flaskhalsar för dessa alternativ.

I studien har avfallsmängderna från slakt av 1 000 djurenheter nötkreatur per år eller 1 000 djurenheter slaktsvin per år, inklusive styckning och chark, beräknats. De ekonomiska konsekvenserna beräknas för fem olika behandlingsmetoder för slakteriavfall från småskalig slakt, vilka kan delas upp i:

- a) lokal rötning
- b) lokal våtkompostering
- c) lokal förbränning
- d) regional rötning
- e) samförbränning i stor anläggning (det sätt som idag huvudsakligen används vid omhändertagande av avfall från småskalig slakt)

Studien har bland annat visat att:

- Alternativen med lokal biologisk behandling (våtkompostering/rötning) sänker kostnaderna för avfallsbehandlingen, jämfört med att skicka iväg allt avfall för extern behandling (samförbränning/regional rötning), om det finns avsättning för den energi som genereras. Om energin inte kan ersätta inköpt energi (t.ex. el, olja eller pellets) ökar behandlingskostnaden drastiskt, och detta gäller i synnerhet för alternativet med lokal rötning. Alternativen med lokal biologisk behandling medför en stor investering för företaget, vilket ökar det ekonomiska risktagandet. Att sköta dessa lokala behandlingsanläggningar medför att mängden betald arbetstid inom slakteriföretaget ökar.
- Alternativet lokal förbränning vid slakteriet är för närvarande inte en ekonomiskt realistisk metod. Det främsta skälet är att det krävs stora insatser för övervakning och analys av rökgaserna eftersom förbränning av slakteriavfall klassas som avfallsförbränning. Om en förändring av kraven på övervakning och rökgasanalyser sker, vilket diskuteras, kan denna behandlingsmetod bli intressant.
- Att leverera det animaliska avfallet till en regional, större biogasanläggning sänker kostnaderna för avfallsbehandlingen, jämfört med att skicka iväg allt avfall till en samförbränningsanläggning. En förutsättning för att detta ska vara ett alternativ är att det animaliska avfallet mals och därefter konserveras, för att möjliggöra långtidslagring vid slakteriet så att transportkostnaderna till biogasanläggningen blir kostnadseffektiva.

- Att långtidslagra obehandlat avloppsvatten och sprida det på åkermark (under spridningssäsongen för gödsel) ger lägre kostnader än att behandla det i ett minireningsverk. Spridning av obehandlat avloppsvatten på åkermark medför dock en större risk för smittspridning än om det behandlas i minireningsverk.
- Alternativen med regional rötning och lokal biologisk behandling möjliggör kretslopp av avfallens innehåll av växtnäring. Lokal behandling av slakteriavfallet ger det lägsta transportbehovet. Det finns möjlighet att utvinna energi från alla studerade behandlingsmetoder. Lokala förutsättningar avgör vilken energibärare som den producerade energin kan ersätta.

Det ska påpekas att det finns betydande osäkerheter i de ekonomiska antagandena för alternativen med lokal behandling av slakteriavfallet. Osäkerheten ligger framför allt i att det ej finns några erfarenheter från röttnings- och våtkomposteringsanläggningar i denna lilla skala för behandling av enbart slakteriavfall. Vi bedömer att ett småskaligt slakteriföretag som idag beslutar sig för att investera i en egen biologisk behandlingsanläggning för sitt avfall tar en stor ekonomisk risk. För att skaffa ett bättre beslutsunderlag rekommenderar vi därför bl.a.:

- att det genomförs praktiskt inriktade studier för malning och lagring av animaliska biprodukter.
- att förutsättningarna för en gemensamhetsanläggning som behandlar slakteriavfall från flera småskaliga slakterier undersöks.
- att möjligheten att validera en förenklad hygieniseringsmetod för kategori 3-material undersöks. Den alternativa metoden skulle kunna vara våtkompostering, men vid lägre temperatur än 70°C.
- att det uppförs en demonstrationsanläggning för lokal biologisk behandling vid småskaligt slakteri, vars drift utvärderas.

Bakgrund

En begränsande faktor när det gäller etablering av nya småskaliga slakterier är kostnaden för avfallshanteringen. Avfallsflödena är små och lagringstiden vid slakteriet blir lång innan det transporteras till en anläggning för omhändertagande. Av ekonomiska skäl samhanteras därför alla animaliska slaktbiprodukter. Detta resulterar i att alla animaliska slaktbiprodukter kommer att klassas som kategori 1-material, vilket innebär att det måste förbrännas till höga kostnader.

Stigande energipriserna har också skapat en drivkraft hos lantbruksföretagen att minska sina inköp av energi och handelsgödsel (där kostnaden för energi utgör en stor kostnad av produktionskostnaden).

Alternativa lokala metoder för omhändertagande av slakteriavfall finns där energi och växtnäring utvinns, men det saknas lättillgänglig information som beskriver tekniska, praktiska och ekonomiska konsekvenser av dessa alternativ samt vilka regelverk som måste beaktas.

Syfte

Syftet med undersökningen är att, baserat på befintlig kunskap, översiktligt beskriva tekniska och ekonomiska konsekvenser av fyra alternativa metoder för omhändertagande av genererat slakteriavfall från småskalig slakt. Argument för och emot respektive metod redovisas. Syftet är också att peka på kunskapsluckor och flaskhalsar i de studerade systemen för alternativt omhändertagande av slakteriavfall.

Definitioner

Då avfallslagstiftningens definitioner av avfall och biproduktsförordningens delvis sammanfaller och skapar en viss begreppsförvirring, är det lämpligt med ett par förtydliganden av de begrepp som används i rapporten.

Slakteriavfall: Den övergripande termen. Detta är samtliga typer av biprodukter och avfall som uppstår vid ett slakteri och omfattar:

- Avloppsvatten efter avskiljning av partiklar större än 6 mm.
- Animaliska biprodukter enligt biproduktsförordningen. Denna fraktion kan av massflödestekniska skäl delas upp i:
 - 1) slakt-, stycknings- och charkavfall
 - 2) mag- och tarminnehåll (denna fraktion benämns också som ”Gödsel” i kapitlet ”Studerade behandlingsalternativ”).

Regelverk

Etablering av slakteri måste prövas enligt miljöbalken. För slakterier med slaktvikter på 5 – 5 000 ton/år är det miljönämnden i kommunen som gör prövningen. Prövningen gäller alla delar i verksamheten som kan ge upphov till miljöpåverkan, bl.a. buller, avfallshantering, utsläpp till luft och vatten samt kemikaliehantering.

I detta avsnitt ges en översikt över de regelverk som bedöms mest relevanta för projektet och dess alternativa metoder för omhändertagande av slakteriavfall, vilket bl.a. omfattar biproduktsförordningen och SFS förordning om avfallsförbränning. Kommunens prövning av slakteriet enligt miljöbalken ingår inte inom ramen för detta projekt.

Animaliska biproduktsförordningen och slakt

Animaliska biprodukter är, enkelt uttryckt, allt från djurriket som inte är livsmedel. Det är avsikten med produkten i fråga som avgör om det är en animalisk biprodukt eller ett livsmedel. I begreppet animaliska biprodukter inkluderas exempelvis biprodukter från slakt, styckning och chark (som inte är avsedda som livsmedel) och naturgödsel.

Sedan den 1 maj 2003 är EU:s så kallade biproduktsförordning tillämplig [Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1774/2002 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter som inte är avsedda som livsmedel]. Förordningen avser insamling, transport, lagring, hantering, bearbetning och användning eller bortskaffande av animaliska biprodukter. Syftet är att eliminera de risker som animaliska biprodukter kan innebära för folk- eller djurhälsan. I Sverige är det Jordbruksverket som är tillståndsmyndighet och som hanterar frågor kring biproduktsförordningen.

Biproduktsförordningen spänner över ett stort område och ett flertal kompletterande förordningar och övergångsbestämmelser har getts ut, vilka inneburit förändringar i den ursprungliga lagtexten. Biproduktsförordningen kommer högst sannolikt att förändras ytterligare, varför det som här sägs om innehållet, bör ses som en ögonblicksbild av vad som gäller våren 2006.

Förordningen delar in animaliska biprodukter i tre olika kategorier beroende på typ av biprodukt. Kategori 1 innefattar de animaliska biprodukter som bedömts utgöra högst risk för folk- eller djurhälsan.

Kategori 1

Kategori 1 är material som ska destrueras genom förbränning, t.ex. djur som misstänks eller bekräftats ha TSE (transmissibel spongiform encefalopati "galna kosjukan"), vilda djur som misstänks vara infekterade med sjukdomar som kan överföras till människor eller djur, eller specificerat riskmaterial (SRM) – se vidare under rubrik "SRM-bestämmelser" nedan. För djurkadaver är även deponering möjligt efter bearbetning (sönderdelning till partikelstorlek mindre än 50 mm, följt av upphettning till minst 133°C i minst 20 minuter).

Kategori 2

Till kategori 2 räknas material som efter bearbetning (sterilisering) får utnyttjas för viss begränsad teknisk användning. Hit räknas t.ex. naturgödsel (alla slags exkrementer och/eller urin från produktionsdjur), från mag- och tarmsystemet avskilt mag- och tarminnehåll och animaliskt material som samlats in vid rening av avloppsvatten från slakterier. Dessutom är allt animaliskt material som inte är definierat som ett kategori 1- eller 3-material klassat som ett kategori 2-material.

Kategori 3

Till kategori 3 räknas material som, efter uppvärmning (70°C i minst 1 timme), får användas som foder till sällskapsdjur. Exempel på sådant är: som livsmedel tjänliga delar från slaktade djur, färsk mjölk, skal, biprodukter från kläckerier, knäckägg, blod, hudar, skinn, hovar, fjädrar m.m. från djur som inte visat några kliniska tecken på sådana sjukdomar som kan överföras till människor eller djur via produkten.

Till kategori 3 räknas även matavfall med animaliskt innehåll från restauranger, storkök och hushållskök. För kompostering eller rötning av sådant matavfall gäller för närvarande att behandlingen ska genomföras i enlighet med nationell lagstiftning. I Sverige innebär det att det är Naturvårdsverkets allmänna råd (NFS 2003:15) om "metoder för yrkesmässig lagring, rötning och kompostering av avfall" som ska tillämpas.

Kategorier vid slakt

Tabell 1. Kategorier för animaliska biprodukter från gris och nöt (Lantbrukarnas Riksförbund, 2006)

	Gris	Nöt	
		<12 mån/>12 mån	>24mån
Skinn, hudar, ben, hovar, horn, fjädrar, päls, ull, blod	3	3/3	3
Skalle	3	3/1 ^a	1 ^a
Tonsiller	2 ^d	1/1	1
Ryggrad	3	3/3	1 ^b
Ryggmärg	3	3/1	1
Mage (tömd)	3	3/3	3
Tarpaket (tömt)	3	1 ^c /1 ^c	1 ^c
Mjälte	3	3/3	3
Luftstrupe, hjärta, lungor, lever, njurar	3	3/3	3
Kött	3	3/3	3
Kadaver (hela djurkroppar)	2	1/1	1
Mjök	3	3	3
Urtaget mag- och tarminnehåll, gödsel	2	2	2

a) Utom underkäke och med hjärna och ögon

b) Utom svanskotor, hals-, bröst- och ländkotornas tagg- och tvärsnitt och den mediala korsbenskammen och korsbenets 'vingar', men inklusive dorsalrotsganglier

c) Från tolvfingertarmen till rektum och tarmkäv

d) Klassas som kategori 2 material eftersom tonsiller exempelvis är potentiell smittspridare av *Yersinia* (Kisekka, pers. medd., 2006)

Biprodukterna i tabellen kommer från veterinärbesiktigade, konstaterat friska djur, bortsett från kadaver och nödslaktade djur.

Bloduppsamling

Vid stickning av djuret ska så mycket som möjligt av blodet samlas upp i någon form av kärl, och tas om hand. Det får alltså inte tillföras avloppsvattnet. Om det uppsamlade blodet är avsett att användas som livsmedel, definieras det av Livsmedelsverket som kött och ska hanteras enligt livsmedelslagstiftningen. Om det inte är avsett att användas som livsmedel är blodet ett kategori 3-material.

Avloppsvatten

Avloppsvatten från slakterier måste filtreras innan det leds bort från anläggningen. Den utrustning som används för detta, t.ex. vattenlås eller avloppsgaller, ska säkerställa att de fasta partiklar som passerar inte är större än 6 mm. Det material som fångas upp vid filtreringen ska samlas in och transporteras som kategori 1- eller 2-material.

Efter att partiklar >6 mm rensats bort från avloppsvattnet, kategoriseras det inte som animalisk biprodukt längre. Vidare behandling av avloppsvattnet regleras av miljölagstiftningen, och det är förbjudet att släppa ut avloppsvatten utan tillstånd

enligt miljöbalken. Utsläpp av avloppsvatten i mark, vattenområden eller grundvatten klassas som miljöfarlig verksamhet. En ansökan om tillstånd prövas oftast av miljökontoret i den aktuella kommunen och tillstånd ges efter de förutsättningar som finns i varje enskilt fall. Recipientens känslighet är en viktig faktor vid bedömningen. Ofta krävs dock minst 90 % reduktion av biologiskt syreförbrukande material (mätt som BOD – Biological Oxygen Demand), 75 % reduktion av totalfosfor och ibland även 50 % reduktion av totalkväve.

Lagring

Av biproduktsförordningen framgår att animaliska biprodukter ska samlas in och bortskaffas utan onödigt dröjsmål. Jordbruksverket har inte definierat någon bestämd tidsgräns för hur länge uppkommet avfall får lagras vid slakteriet. Så länge det lagras så att det inte utgör en sanitär olägenhet eller utgör någon risk har Jordbruksverket inga principiella invändningar. Naturvårdsverkets riktlinjer för matavfall säger endast att lagring i mer än två dygn under den varma årstiden skall ske i slutna behållare (sju dygn under den kalla årstiden). Däremot är det viktigt att man dokumenterar vad som finns i lagringsbehållaren. Jordbruksverket är den myndighet som ska ta ställning till om bland annat lagringen kan godkännas, och rekommenderar att man diskuterar igenom en lagringslösning med dem innan arbeten och investeringar görs.

För fjäderfän och svin som dött under produktion har det hänt att Jordbruksverket rekommenderat att de frysförvaras, och skickas till omhändertagande när frysbboxen är full – det är dock viktigt med dokumentation kring skickade mängder etc. Malning och syring är också vanligt förekommande vid lagring, bl.a. som ett sätt att minska luktproblem.

Behandling – omhändertagande

Animaliska biprodukter som omhändertas genom kompostering, rötning eller i undantagsfall deponering måste, med vissa undantag, förbehandlas (hygieniseras/steriliseras). Animaliskt avfall som förbränns behöver dock inte förbehandlas.

Generellt sett ges inte tillstånd för att deponera animaliska biprodukter, exempelvis mindre mängder kategori 3-material. Det finns dock vissa församlingar där renslakterier är undantagna från deponeringsförbudet. I dessa områden kan även småskaliga svin/nötslakterier ansöka om undantag, vilket Jordbruksverket då tar ställning till i det enskilda fallet.

Jordbruksanvändning av naturgödsel och mag- och tarminnehåll

Naturgödsel och mag- och tarminnehåll får spridas på jordbruksmark utan bearbetning eftersom den behöriga myndigheten, dvs. Jordbruksverket, anser att det inte medför risk för spridning av allvarliga, överförbara sjukdomar.

Slakteriet får alltså lämna ut obehandlad naturgödsel och mag- och tarminnehåll till kontrakterad jordbrukare för spridning på dennes mark, men handelsdokument krävs när gödseln lämnas från slakteri till jordbruksföretag. Handelsdokumentet ska bland annat innehålla uppgifter om datum, typ av material och uppskattad

mängd som lämnas ut (kapitel III, Bilaga II i biproduktsförordningen). Handelsdokument ska skrivas även när ett slakteri drivs av en lantbrukare som sprider naturgödsel eller mag- och tarminnehåll från slakteriet på sin egen mark, eftersom det handlar om olika verksamheter. Spridning av mag- och tarminnehåll är striktare begränsat än spridning av naturgödsel, och mag- och tarminnehåll får t.ex. inte spridas på betesmark.

Kommande ändringar i biproduktsförordningen

Biproduktsförordningen har hittills ändrats ett flertal gånger, via nya förordningar som föreskriver ändringar i biproduktsförordningen. Dessa ändringar gäller vanligen omgående. Ett undantag till detta finns i förordningen (EG) nr 208/2006, som gavs ut under våren 2006, och innehåller ändringar i de delar av biproduktsförordningen som gäller bearbetningskrav för biogas- och komposteringsanläggningar. Vissa av ändringarna gäller från den 1 januari 2007, och innebär att andra standardiserade bearbetningsparametrar (än exempelvis kravet på 70°C temperatur under en timma) får tillåtas av Jordbruksverket. Detta förutsätter att den sökande kan visa att parametrarna innebär minsta möjliga biologiska risk, vilket ska visas genom en valideringsprocess som beskrivs i förordningen 208/2006.

SRM-bestämmelser

Bestämmelserna om SRM har tillkommit för att undvika eventuell överföring av TSE-smitta. Bestämmelserna, inklusive definitionen av vad som räknas som specificerat riskmaterial, återfinns i förordningen (EG) nr 999/2001, vilken är senast ändrad genom förordningen (EG) nr 1974/2005. Detta är regler som kom till i samband med utbrott av den s.k. galna kosjukan. Reglerna innefattar, förutom nötkreatur, även får och getter.

SRM kan betecknas som de delar av djurkroppen där man hittat smittämnet prioner (kan ge upphov till galna kosjukan), eller där man misstänker att det skulle kunna förekomma. Dessa delar tas därför bort vid slakten och destrueras genom förbränning. De delar som definieras som SRM hör till kategori 1-material i biproduktsförordningen, vilket kan utläsas ur tabell 1. Allt SRM ska färgas in och eventuellt märkas med en markör omedelbart vid avlägsnandet.

För slakt av nötkreatur gäller att allt animaliskt material som samlas in vid rening av avloppsvattnet från lokaler där specificerat riskmaterial avlägsnas är klassat som ett kategori 1-material. Undantaget är material som inte innehåller specificerat riskmaterial eller delar av sådant material. I utgående avlopp från sådana utrymmen behövs någon form av avskiljning för att samla upp partiklar större än 6 mm.

Regelverk gällande lagring och spridning av gödsel

Lagring och jordbruksanvändning (spridning) av gödsel och andra organiska gödselmedel regleras i Jordbruksverkets föreskrifter om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring (SJVFS 2004:62). Då detta är en lagstiftning som omfattar spridning av stallgödsel förutsätts dess innehåll vara välbekant för lantbruket, varför ingen vidare översikt görs här.

Om även avloppsvatten eller andra avloppsfraktioner ingår i gödselmedlet (som i alternativen med lokal rötning eller våtkompostering) är också Naturvårdsverkets kungörelse SNFS 1994:2 med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket, samt förordningen (SFS 1998:944) om förbud m.m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter, tillämpliga. Vad som regleras ytterligare för gödselmedel som innehåller avloppsfraktion, jämfört med vanlig stallgödsel, är bland annat följande.

- Ytterligare begränsningar av var och när gödselmedlet får användas
- Provtagning och analys av växnäring och tungmetaller i gödselmedlet
- Maximalt tillåtet metallinnehåll i gödselmedlet, samt maximalt tillåten tillförsel av metaller till åkermark.

I biproduktsförordningen (1774/2002), med ändring enligt förordning (EG) nr 208/2006, ställs från 1 januari 2006 följande krav på rötresten/komposten då animaliska biprodukter behandlats i biogas- eller komposteringsanläggning, enligt utdrag:

”Representativa prov från rötrest eller kompost, som tagits under eller omedelbart efter bearbetning på biogas- eller komposteringsanläggningen för att övervaka processen, skall uppfylla följande krav:

Escherichia coli: $n=5$, $c=1$, $m=1000$, $M=5000$ i 1 g:

eller

Enterococaceae: $n=5$, $c=1$, $m=1000$, $M=5000$ i 1 g:

och

Representativa prover från rötrest eller kompost, som tagits under lagring på biogas- eller komposteringsanläggningen eller vid den tidpunkt då lagringen i dessa anläggningar upphör, ska uppfylla följande krav:

Salmonella: inga fynd i 25 g: $n=5$; $c=0$; $m=0$; $M=0$

där

n = antal prover som skall testas

m = gränsvärde för antal bakterier; resultatet anses tillfredsställande om antalet bakterier i samtliga prover inte överstiger m

M = maximivärde för antalet bakterier, resultatet anses icke tillfredsställande om antalet bakterier i ett eller flera stickprover är M eller fler

c = antal prover i vilka antalet bakterier får ligga på mellan m och M och provet trots detta kan godtas, förutsatt att antalet bakterier i övriga prover är högst m

Rötrest eller kompost som inte uppfyller kraven i detta kapitel ska bearbetas på nytt, och om det gäller *salmonella* bearbetas eller bortskaffas enligt den behöriga myndighetens anvisningar.”

Förbränningsdirektivet och relaterat regelverk

I dagsläget styrs förbränning av slaktavfall av förbränningsdirektivet (2000/76/EG) och till detta direktiv knutna svenska förordningar och föreskrifter, t.ex. förordning (SFS 2002:1060) om avfallsförbränning och avfallsförordningen (SFS 2001:1063).

Detta innebär att förbränning av animaliska biprodukter omfattas av samma generella regler som andra typer av avfall, med krav på ett omfattande paket av övervakning och analyser av rökgaser, se bilaga 5. Detta bedöms belasta anläggningen med 500 000 till 1 000 000 kronor per år i kostnader (det finns utrymme för olika dispenser för utsläppsövervakningen, vilket förklarar det stora kostnadsintervallet).

Askan från en anläggning som förbränner kategori 1-material faller dock under biproduktsförordningen, vilket får till följd att askan måste skickas till deponi.

Därmed kan inte växtnäringsämnen tillvaratas. Detta eftersom inga produkter får tillverkas från kategori 1-material, och om askan skulle spridas som växtnäring är den en växtnäringsprodukt. Detta då det inte går att garantera en total förbränning av SRM-material och därmed eliminerad risk för TSE-spridning.

Jordbruksdepartementet upplever att avfallsförbränningsregelverket är skrivet för att hantera komplext och potentiellt farligt avfall, och övervakningskriterierna är inte nödvändiga på den typ av organiskt avfall som animaliska biprodukter tillhör (se nedan).

Framtida förändringar

Jordbruksdepartementet har studerat lagstiftningen och pekat ut ett antal tolkningsproblem rörande biproduktsförordningen och förbränningsdirektivet (Österlund, 2004). Förmodligen kommer dessa problem att klarläggas genom aviserade förändringar av biproduktsförordningen. I dagsläget pekar förbränningsdirektivet och biproduktsförordningen ut varandra som gällande, vilket skapar ett oklart rättsläge. Departementet har studerat biproduktsförordningen och pekat ut några möjliga alternativ till hur förändringarna av biproduktsförordningen kan bli, utifrån gällande lagstiftning.

I dagsläget tillämpas biproduktsförordningens regler av Jordbruksverket endast som enskilda dispenser, detta eftersom den svenska skrivningen av lagen anger djurkroppar och inte slaktkroppar (som kan vara en alternativ översättning enligt Jordbruksdepartementet). Ett trettiotal sådana dispenser har blivit beviljade, främst till jordbruksföretag med fjäderfä- och smågrisuppfödning. Dessa jordbruksföretag har fått tillstånd att bränna djurkroppar i halmpannor.

Kommissionen har aviserat att reglerna kommer att skärpas i biproduktsförordningen och det är departementets bedömning att slaktavfall därmed kommer att överföras från att behandlas under förbränningsdirektivet till att inkluderas i biproduktsförordningen. Vidare är det Jordbruksdepartementets vilja att förbränning av animaliska biprodukter ska jämföras med förbränning av förnybara råvaror som torv och flis, och därmed betraktas som en förbränningsprodukt istället för avfall. Detta skulle ha avsevärda effekter på ekonomin kring förbränningen, främst rörande behovet av rökgasövervakning men även sådant som el-certifikat och skattefrågor. Ett exempel på det senare skulle vara att istället för att 1 ton processade biprodukter belastas med 400 kr i förbränningsavgift skulle det kunna inbringa 250 kr som förbränningsprodukt. En slutsats att dra från detta är att i dagsläget så är knappast lokal förbränning ett alternativ, men skulle kunna bli det med en förändring av biproduktsförordningen. Det är dock inte troligt att den förändringen beslutas före år 2008.

Studerade behandlingsalternativ

Vid slakt uppkommer ett flertal fasta och flytande slakteriavfallsfraktioner med helt olika kemisk sammansättning och fysikaliska egenskaper. Dessutom måste behandlingsanläggningar uppfylla de normer som rådande regelverk ställer för dessa avfall. Detta medför att slakterierna måste använda flera olika behandlingssystem för de avfallstyper som genereras.

I denna studie beskrivs fem olika alternativa behandlingsmetoder för slakteriavfall från småskalig slakt, vilka kan delas upp i:

- f) lokal rötning
- g) lokal våtkompostering
- h) lokal förbränning
- i) regional rötning
- j) samförbränning i stor anläggning

Slakteriavfallsmängderna från slakt av 1 000 djurenheter nötkreatur per år eller 1 000 djurenheter slaktsvin per år, inkl. styckning och chark, har beräknats. I denna rapport har vi definierat 1 djurenhet som 1 vuxen nötkreatur alternativt 5 stycken svin med levandevikt över 100 kg.

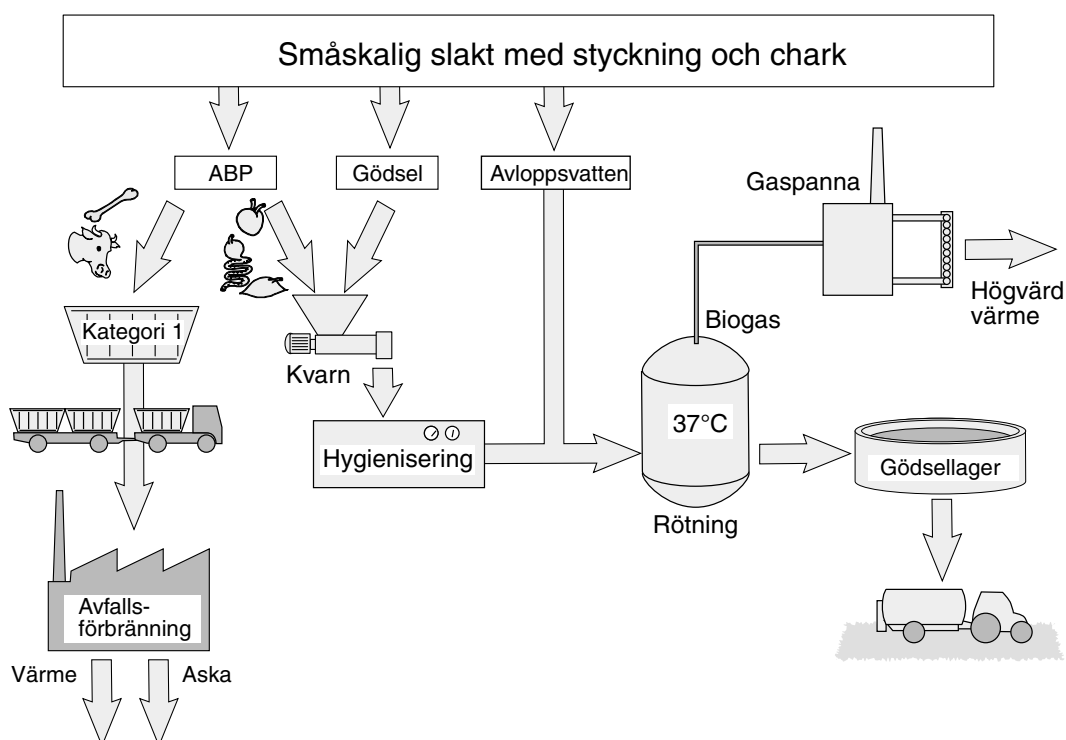
Slakteriavfallet har kategoriserats enligt biproduktsförordningen. Baserat på detta har avfallsflödena och dess kemiska sammansättning beräknats.

Nedan beskrivs dessa behandlingsmetoder översiktligt och baserat på ett större antal antaganden redovisas kostnaden för dessa metoder. Det är dock viktigt att notera att det finns en stor osäkerhet i dataunderlaget vad gäller kostnaderna för de lokala behandlingsalternativen, eftersom dessa ej finns uppförda vid något småskaligt slakteri! De använda förutsättningarna för beräkningarna finns redovisat i bilaga 1 – 4.

I de beskrivna behandlingssystemen i detta kapitel används förkortningar som definieras enligt följande:

- ABP = Animaliska biprodukter som inkluderar mjukdelar (organ, senor, bortputsat fett), ben och blod.
- Gödsel = Osmält foder som finns i magar och tarmar på slaktade djur samt naturgödsel (OBS! I biproduktsförordningen definieras även denna fraktion som en animalisk biprodukt, se kapitlet "Regelverk").
- Biogödsel = Det gödselmedel som genereras efter lokal rötning alternativt lokal våtkompostering.

Lokal rötning vid slakteriet



Figur 1. Schematisk systembild för lokal behandling av slakteriavfall från slakt, styckning och chark via rötning. Mass- och energiflöden för de studerade alternativen finns redovisade i tabell 2 och kostnaderna för dessa behandlingssteg finns beskrivna i tabell 3.

Biogas är den gas som bildas vid rötning, dvs. när organiskt material (gödsel, matrester, växter, avloppsvatten m.m.) bryts ned av mikroorganismer i syrefria miljöer. Biogas bildas spontant i naturen, t.ex. i vommen hos kor och i sumpmarker, men med rötningsteknik kan man under kontrollerade förhållanden utnyttja mikroorganismernas naturliga förmåga att omvandla organiskt material till förnybar energi i form av metan. Omvandlingen av det organiska materialet sker i en rötchammar som är en sluten behållare utan lufttillträde, och som värms till önskad processtemperatur. En rötningssystem är anpassad för att behandla slamformigt, pump- och omblandningsbart material, och rötningen sker i en s.k. totalombländad process. För att göra de fasta delarna av biprodukterna pumpbara mals de. Efter malningen värmebehandlas det malda avfallet för att uppfylla behandlingskravet för kategori 3-material. Därefter blandas det med avloppsvattnet och pumpas med ett jämnt flöde in i rötchammaren som drivs vid ca 37°C (mesofil temperatur). Efter en genomsnittlig uppehållstid på ca 4 veckor i rötchammaren, pumpas det behandlade materialet ut till en flytgödselbrunn. Biogasen som bildas vid rötningen består av ca 70 % metan och ca 30 % koldioxid.

I detta alternativ rötas 1 100 – 1 200 ton slakteriavfall per år, se tabell 2. Energiinnehållet i den producerade biogasen motsvarar 40 – 44 m³ olja. Behov av spridningsareal för gödselmedlet beräknas vara ca 50 ha.

Tabell 2. Beräknad mängd producerat slakteriavfall från slakt, styckning och chark av 1 000 djurenheter per år (nötkreatur alternativt slaktsvin) då avfallet rötas lokalt. Vidare anges producerad mängd biogas och organsikt gödselmedel samt behov av processenergi för att driva den lokala behandlingsanläggningen.

	Nöt	Svin	Mängd
Slakt-, stycknings- och charkavfall till rötning	200	230	ton/år
Mag- och tarminnehåll	90	30	ton/år
Avloppsvatten	660	940	ton/år
Spädvatten	150	20	ton/år
Till biologisk behandling	1 100	1 220	ton/år
Slaktavfall till förbränning	48	5	ton/år
Biogasproduktion	400	440	MWh/år
Biogödselproduktion	1 030	1 140	ton/år
Behov av process-el	32	34	MWh/år
Behov av processvärme	22	29	MWh/år

Investering

Det totala investeringsbehovet har bedömts vara 2,8 Mkr, vilket inkluderar uppförande av biogasanläggning, kvarn för malning av fast slakt-, stycknings- och charkavfall som ska rötas, lager för producerat gödselmedel samt fryslager för slaktavfall som skickas till förbränning.

Driftkostnader

Driftkostnaderna har beräknats till:

- 135 000 kr för eget arbete (inkl. spridning på åkermark)
- 30 000 – 40 000 kr (nöt – svin) för el och värme
- 51 000 kr för underhåll
- 17 000 – 90 000 kr (svin – nöt) för köpta avfallsbehandlingstjänster.

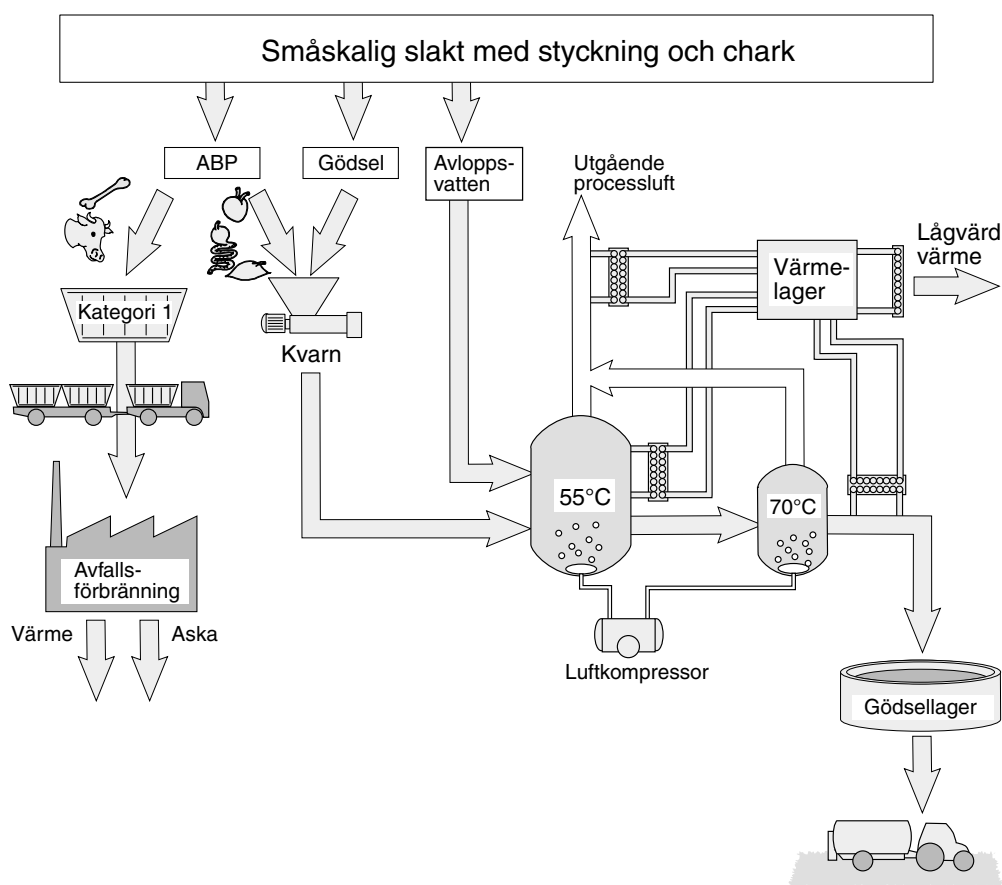
Ekonomi

I tabell 3 beskrivs de totala kostnaderna (kapital och drift) samt möjliga intäkter från biogas och växtnäring. Intäkterna baserar sig på att biogasen värderas till 60 öre/kWh och all biogas kan användas för värmeproduktion. Värderingen av växtnäringen i gödselmedlet utgår från priset på handelsgödsel.

Tabell 3. Årlig kostnad för slakteriavfallshantering vid slakt, styckning och chark av nötkreatur alternativt slaktsvin motsvarande 1 000 djurenheter vardera när kategori 3-materialet rötas i en lokal anläggning. Rötat slakteriavfall lagras i en gödselbehållare och sprids på åkermark.

	Avfallsförbränning, kr/år	Lokal rötning, kr/år	Summa kostnader, kr/år	Intäkt värme, kr/år	Intäkt växtnäring, kr/år	Summat intäkt, kr/år	Årlig kostnad, krlår
Svin	17 000	515 000	531 000	235 000	44 000	380 000	251 000
Nöt	88 000	511 000	599 000	218 000	41 000	259 000	340 000

Lokal våtkompostering vid slakteriet



Figur 2. Schematisk systembild för lokal behandling av slakteriavfall från slakt, styckning och chark via våtkompostering. Mass- och energiflöden för de studerade alternativen finns redovisade i tabell 4 och kostnaderna för dessa behandlingssteg finns beskrivna i tabell 5.

Kompostering är en biologisk nedbrytningsprocess när organiskt material (gödsel, matrester, växter, avloppsvatten m.m.) bryts ned av mikroorganismer i syrerika miljöer. Under nedbrytningen utvecklas värme. En våtkomposteringsprocess är anpassad för att behandla slamformigt, pump- och omblandningsbart material i en s.k. totalomblandad process som syresätts via forcerad luftning, varför fast slakt-, stycknings- och charkavfall måste malas innan behandling. Komposteringen i reaktor 1 sker inom det termofila temperaturområdet vid ca 55°C, där nedbrytningen är snabb. Eftersom den avfallsblandning som tillförs reaktor 1 är energirik måste den kylas så att önskad processtemperatur upprätthålls. Efter en genomsnittlig uppehållstid på ca 6 dagar i reaktor 1 pumpas det behandlade materialet över till reaktor 2. Syftet med denna reaktor är att där uppnå den temperatur som krävs då animaliska biprodukter av kategori 3 behandlas biologiskt (dvs. temperatur över 70°C under minst 1 timme utan att något nytt material tillförs). Vi bedömer att behandlingstiden i reaktor 2 blir ca 1 dygn. Anledningen till att reaktor 1 ej drivs vid 70°C är att komposteringsprocessen är mycket långsam vid denna höga temperatur.

I detta alternativ komposteras 950 – 1 200 ton avfall per år, se tabell 4. Den värmemängd som maximalt bedöms kunna utvinnas är 270 – 300 MWh/år. Denna värmemängd genereras vid relativt låg temperatur. Ska den nyttjas för uppvärmningsändamål kommer det troligtvis att behövas en värmepump.

Behov av spridningsareal för gödselmedlet beräknas vara ca 50 ha.

Tabell 4. Beräknad mängd producerat slakteriavfall från slakt, styckning och chark av 1 000 djurenheter per år (nötkreatur alternativt slaktsvin) vid lokal våtkompostering. Vidare anges utvinningsbar värmemängd och organsikt gödselmedel samt behov av processenergi för att driva våtkomposteringen.

	Nöt	Svin	Mängd
Slakt-, stycknings- och charkavfall till våtkompostering	200	230	ton/år
Mag- och tarminnehåll	90	30	ton/år
Avloppsvatten	660	940	ton/år
Spädvatten	0	0	ton/år
Till biologisk behandling	950	1 200	ton/år
Slaktavfall till förbränning	48	5	ton/år
Värmeproduktion	270	300	MWh/år
Biogödselproduktion	810	1 050	ton/år
Behov av process-el	37	45	MWh/år

Investering

Det totala investeringsbehovet har bedömts vara 2,2 Mkr, vilket inkluderar uppförande av våtkomposteringsanläggning, kvarn för malning av fast slakt-, stycknings- och charkavfall, lager för producerat gödselmedel samt fryslager för slaktavfall som skickas till förbränning.

Driftkostnader

Driftkostnaderna har beräknats till:

- 100 000 kr för eget arbete (inkl. spridning på åkermark)
- 31 000 – 37 000 kr för el (nötkreatur den lägre kostnaden)
- 41 000 kr för underhåll
- 17 000 – 90 000 kr (svin – nöt) för köpta avfallsbehandlingstjänster.

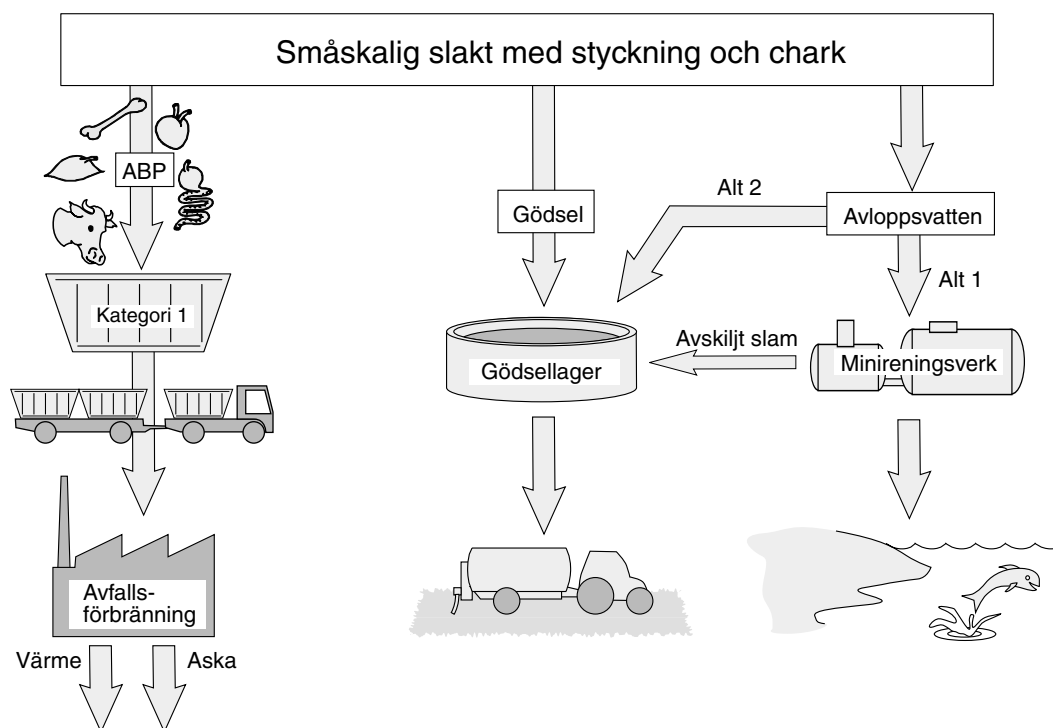
Ekonomi

I tabell 5 beskrivs de totala kostnaderna (kapital och drift) samt möjliga intäkter från värme och växtnäring. Intäkterna baserar sig på att 80 % av värmeproduktionen nyttjas och att denna värme värderas till 60 öre/kWh. Värderingen av växtnäringen i gödselmedlet utgår från priset på handelsgödsel.

Tabell 5. Årlig kostnad för slakteriavfallshantering vid slakt, styckning och chark av nötkreatur alternativt slaktsvin motsvarande 1 000 djurenheter vardera när kategori 3-materialet våtkomposteras. Komposterat slakteriavfall lagras i en gödselbehållare och sprids på åkermark.

	Avfallsför- bränning kr/år	Våt- kompostering kr/år	Summa kostnader kr/år	Intäkt värme kr/år	Intäkt växtnäring kr/år	Summat intäkt kr/år	Årlig kostnad kr/år
Svin	17 000	411 000	428 000	145 000	43 000	188 000	240 000
Nöt	88 000	384 000	473 000	131 000	39 000	170 000	302 000

Samförbränning av slaktavfall i stor anläggning



Figur 3. Schematisk systembild för regional behandling av fast och flytande slakteriavfall från slakt, styckning samt chark och där slakt-, stycknings- och charkavfall samförbränns i en stor anläggning tillsammans med animaliska biprodukter från andra slakterier. Massflöden för de studerade alternativen finns redovisade i tabell 6 och kostnaderna för dessa behandlingssteg finns beskrivna i tabell 7.

I detta alternativ skickas allt slakt-, stycknings- och charkavfall till en samförbränningsanläggning. Det genererade slakt-, stycknings- och charkavfallet lagras i en tät container. Då container innehåller ca 10 ton malt material hämtas den av en lastväxlarbil med släp. Transport antas ske ca 2 gånger per månad.

Maginnehållet från de slaktade djuren korttidslagras i en behållare vid slakteriet. Fraktionen transporteras ca 3 gånger per månad till ett gödsellager där det samlagras med gödsel från husdjur för att slutligen sprids på åkermark.

Avloppsvattnet kan behandlas enligt två alternativ. Alternativ 1 (Alt 1) i figur 3 innebär att avloppsvattnet genomgår ett flotations- och sedimentationssteg där slam och fett avskiljs. Därefter behandlas avloppsvattnet i ett minireningsverk för att slutligen släppas ut via en befintlig infiltrationsbädd. I detta alternativ antas att det finns befintlig lagringskapacitet som kan nyttjas för den lilla mängd genererade maginnehåll och avskiljt slam som ska lagras tills det sprids på åkermark. Transportavståndet till gödsellagret har antagits vara 1 km.

I alternativ 2 (Alt 2) i figur 3 tillförs allt avloppsvatten till en gödselbrunn som har en volym på ca 650 m³ vid nötkreatursslakt och 850 m³ vid slaktsvinsslakt.

Behovet av spridningsareal för att sprida både avloppsvatten och gödsel beräknas vara ca 20 ha och om enbart gödsel samt avskiljt slam från minireningsverket ska spridas ca 10 ha.

Tabell 6. Beräknad mängd producerat avfall från slakt, styckning och chark av 1 000 djurenheter per år (nötkreatur alternativt slaktsvin) då det animaliska avfallet samförbränns i en stor anläggning tillsammans med slaktavfall från andra slakterier.

	Nöt		Svin		
	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 1	Alt. 2	
Slakt-, stycknings- och charkavfall till avfallsförbränning	248	248	235	235	ton/år
Mag- och tarminnehåll	90	90	30	30	ton/år
Avloppsvatten	660	660	940	940	ton/år
Avskiljt slam	70	0	100	0	ton/år
Renat vatten till recipient	600	0	850	0	ton/år

Investering

Det totala investeringsbehovet har bedömts vara ca 0,4 Mkr om avloppsvattnet lagras i en gödselbrunn och sprids på åkermark och ca 0,8 Mkr om avloppsvattnet renas i ett minireningsverk.

Driftkostnader

Driftkostnaderna har beräknats till:

- 11 000 – 34 000 kr för eget arbete inklusive spridning på åkermark (den lägre kostnaden för minireningsverk, den högre då avloppsvattnet sprids på åkermark)
- 0 – 14 000 kr för el och kemikalier (den lägre kostnaden då avloppsvattnet sprids på åkermark, den högre för minireningsverk)
- 3 000 – 8 000 kr för underhåll (den lägre kostnaden då avloppsvattnet sprids på åkermark, den högre för minireningsverk)
- 366 000 – 392 000 kr för köpta avfallsbehandlingstjänster (den lägre kostnaden för slaktsvin, den högre för nötkreatur).

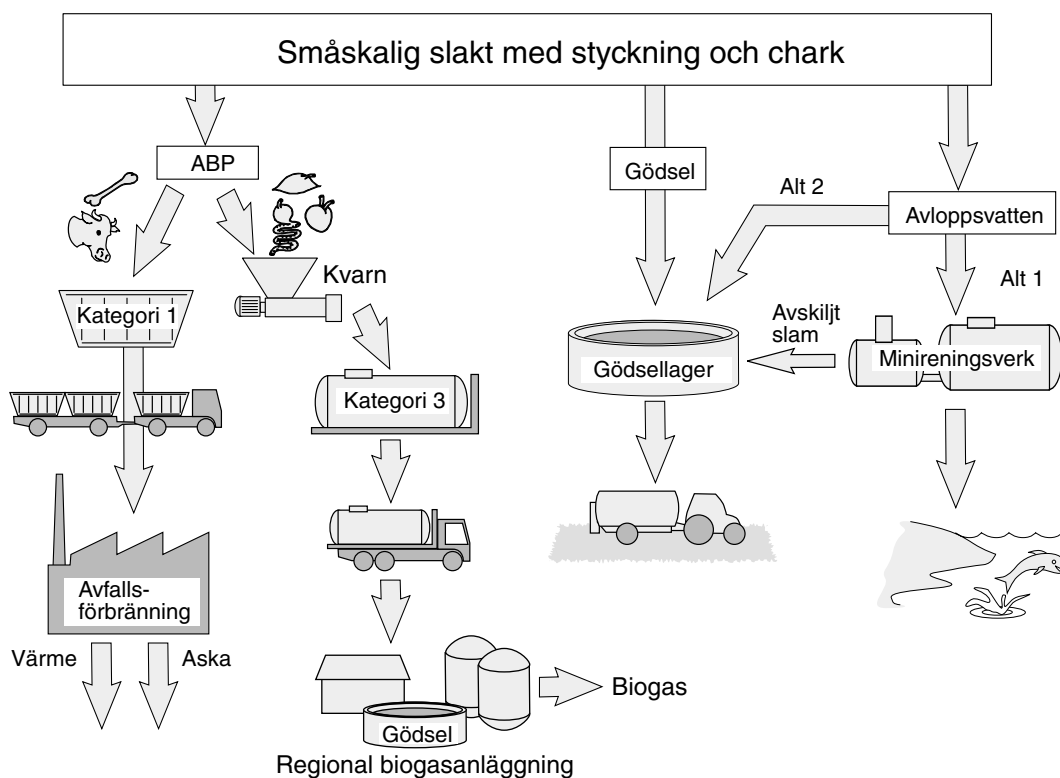
Ekonomi

I tabell 7 beskrivs de totala årliga kostnaderna (kapital och drift) för att omhänderta allt fast och flytande avfall som genereras under slakt, styckning och chark.

Tabell 7. Årlig kostnad vid slakt, styckning och chark av nötkreatur alternativt slaktsvin motsvarande 1 000 djurenheter vardera när de animaliska biprodukterna förbränns i en central **samförbränningsanläggning**.

	Avfallsförbränning, kr/år	Rening, avloppsvatten, kr/år	Åkermark, kr/år	Summa kostnader, kr/år
Svin, Alt 1	366 000	100 000	10 000	476 000
Svin, Alt 2	366 000	0	73 000	442 000
Nöt, Alt 1	392 000	99 000	20 000	511 000
Nöt, Alt 2	392 000	0	62 000	454 000

Regional rötning i stor anläggning



Figur 4. Schematisk systembild för regional behandling av fast och flytande slakteriavfall från slakt, styckning och chark i biogasanläggning. Massflöden för de studerade alternativen finns redovisade i tabell 8 och kostnaderna för dessa behandlingssteg finns beskrivna i tabell 9.

I detta alternativ skickas merparten av de animaliska biprodukterna (i huvudsak slakt-, stycknings- och charkavfallet) till en regional biogasanläggning. För att kunna leverera denna fraktion till en biogasanläggning måste slakt-, stycknings- och charkavfallet malas, vilket antas ske med en köttkvarn (den bedöms kunna mala de flesta ben, förutom de hårdaste som t.ex. nötkreaturens gångben). Efter malningen syrakonserveras materialet (antingen via tillsats av socker och ensilering alternativt via myrsyrakonservering) för att därefter långtidslagras i en lufttät lagertank (som är placerat på ett lastväxlarflak). Då tanken innehåller ca 10 ton malt material hämtas den av en lastväxlarbil och transporteras till biogasanläggningen. Transport antas ske 2 gånger per månad.

Avskilt material som ska förbrännas lagras i en frys som har kapacitet att lagra upp till ca 6 ton avfall (utgörs av kategori 1-material, kategori 2-material som veterinär vid besiktning har klassat som kassat samt svärmalt kategori 3-material). Då lagret är fullt transporteras det frysta avfallet till en anläggning där det krossas, mals och därefter förbränns. Detta kategori 1-material antas kunna samtransporteras med kategori 1-material från andra slakterier för att minska transportkostnaderna. Transporter med kategori 1-material till förbränning sker ca 1 gång per år vid slaktsvinsalternativet och ca 7 gånger per år vid nötkreatursalternativet.

Hanteringen av maginnehållet från de slaktade djuren samt reningen av avloppsvatten är identisk som i alternativet med ”Samförbränning av slaktavfall i stor anläggning”, varför detta ej beskrivs igen.

Tabell 8. Beräknad mängd producerat slakteriavfall från slakt, styckning och chark av 1 000 djurenheter nötkreatur och slaktsvin per år vid regional rötning av animaliskt avfall.

	Nöt		Svin		
	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 1	Alt. 2	
Slakt-, stycknings- och charkavfall till rötning	200	200	230	230	ton/år
Mag- och tarminnehåll	90	90	30	30	ton/år
Avloppsvatten	660	660	940	940	ton/år
Avskiljt slam	70	0	100	0	ton/år
Renat vatten till recipient	600	0	850	0	ton/år
ABP till avfallsförbränning	48	48	5	5	ton/år

Investering

Det totala investeringsbehovet har bedömts vara ca 0,5 Mkr om avloppsvattnet lagras i en gödselbrunn och sprids på åkermark och ca 1,1 Mkr om avloppsvattnet renas i ett minireningsverk.

Driftkostnader

Driftkostnaderna har beräknats vara:

- 38 000 – 58 000 kr för eget arbete, inklusive spridning på åkermark (den lägre kostnaden för minireningsverk, den högre då avloppsvattnet sprids på åkermark)
- 3 000 – 20 000 kr för el och kemikalier (den lägre kostnaden då avloppsvattnet sprids på åkermark, den högre för minireningsverk)
- 13 000 – 18 000 kr för underhåll
- 280 000 – 320 000 kr för köpta avfallsbehandlingstjänster (den lägre kostnaden för slaktsvin, den högre för nötkreatur).

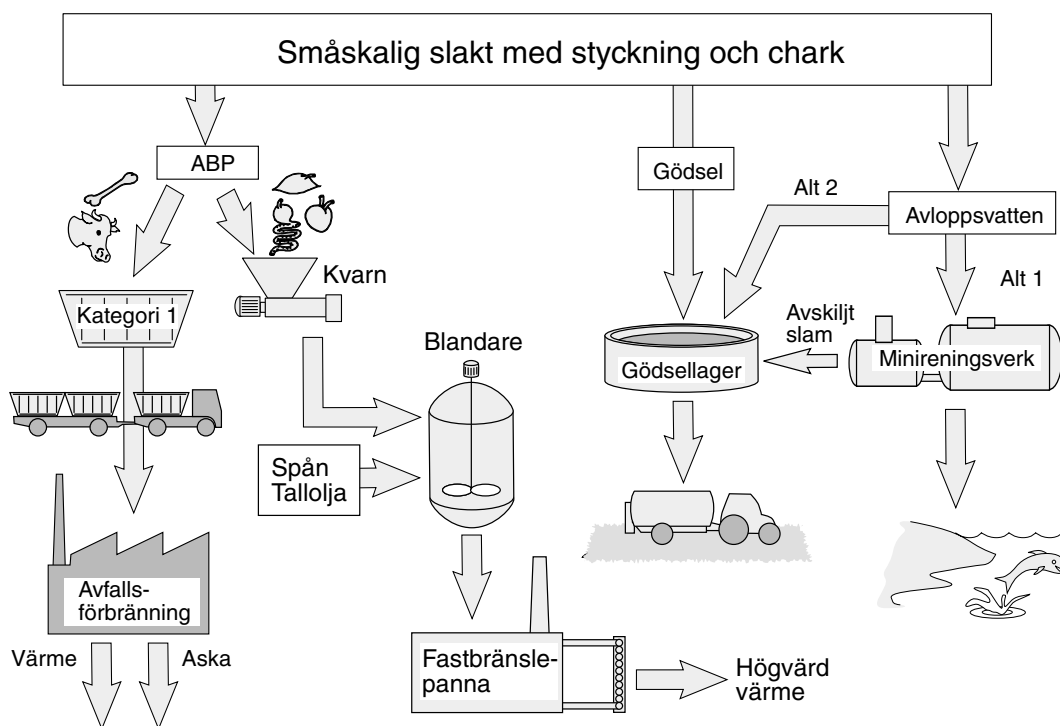
Ekonomi

I tabell 9 beskrivs de totala årliga kostnaderna (kapital och drift) för att omhänderta allt fast och flytande avfall som genereras under slakt, styckning och chark.

Tabell 9. Årlig kostnad för de olika slakteriavfallsfraktionerna vid slakt, styckning och chark av nötkreatur alternativt slaktsvin motsvarande 1 000 djurenheter vardera när kategori 3-materialet behandlas i en **regional biogasanläggning**.

	Avfallsförbränning, kr/år	Regional rötning, kr/år	Rening, avloppsvatten, kr/år	Åkermark, kr/år	Summa kostnader, kr/år
Svin, Alt 1	17 000	229 000	100 000	10 000	356 000
Svin, Alt 2	17 000	229 000	0	73 000	322 000
Nöt, Alt 1	88 000	200 000	99 000	20 000	407 000
Nöt, Alt 2	88 000	200 000	0	62 000	350 000

Lokal förbränning vid slakteriet



Figur 5. Schematisk systembild för regional behandling av fast och flytande slakteriavfall från slakt, styckning och chark och där merparten av de animaliska biprodukterna behandlas i en lokal avfallsförbränningsanläggning. Massflöden för de studerade alternativen finns redovisade i tabell 10 och kostnaderna för dessa behandlingssteg finns beskrivna i tabell 11.

I detta alternativ förbränns merparten av de animaliska biprodukterna lokalt. För att kunna förbränna denna fraktion måste den malas, vilket antas ske med en köttkvarn (den bedöms kunna mala de flesta ben, förutom de hårdaste som t.ex. nötkreaturens gångben). Efter malningen blandas slakt-, stycknings- och charkavfallet med sågspån och tallolja för att uppnå lämpliga förbränningsegenskaper.

För avskilt kategori 1-material antas dock att det förbränns i en storskalig anläggning liksom mindre mängder kategori 3-material som inte går att mala. Den storskaliga anläggningen antas ha kapacitet att sönderdela svår malt material såsom nötkreaturens skallben och gångben. Det slaktavfall som skickas iväg till förbränning antas långtidslagras i en frys med kapacitet att lagra upp till ca 6 ton avfall. Det frysta slaktavfallet antas kunna samtransporteras med kategori 1-material från andra slakterier för att minska transportkostnaderna. Transporter med kategori 1-material till förbränning sker ca 5 gånger per år vid nötkreatursalternativet.

Hanteringen av maginnehållet från de slaktade djuren samt reningen av avloppsvatten är identisk som i alternativet med "Samförbränning av slaktavfall i stor anläggning", varför detta ej beskrivs igen.

Tabell 10. Beräknad mängd slakteriavfall från slakt, styckning och chark av 1 000 djurenheter per år (nötkreatur alternativt slaktsvin) vid lokal avfallsförbränning.

	Nöt		Svin		
	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 1	Alt. 2	
Slakt-, stycknings- och charkavfall till lokal förbränning	220	220	235	235	ton/år
Mag- och tarminnehåll	90	90	30	30	ton/år
Avloppsvatten	660	660	940	940	ton/år
Avskilt slam	70	0	100	0	ton/år
Renat vatten till recipient	600	0	850	0	ton/år
Slaktavfall till storskalig avfallsförbränning	28	28	0	0	ton/år
Stödbränsle	15	15	15	15	ton/år
Värmeproduktion	440	440	460	460	MWh/år
Aska	9	9	8	8	ton/år
Behov av process-el	2	2	2	2	MWh/år

Investering

Om avloppsvattnet lagras i en gödselbrunn och sprids på åkermark har investeringsbehovet bedömts till ca 1,9 Mkr och vid behandling i ett minireningsverk till ca 2,4 Mkr.

Driftkostnader

Driftkostnaderna har beräknats vara:

- 86 000 – 109 000 kr/år för eget arbete inklusive spridning på åkermark (den lägre kostnaden för minireningsverk, den högre då avloppsvattnet sprids på åkermark)
- ca 1 000 000 kr/år för övervakning och analyser av rökgaser vid en avfallsförbränningsanläggning!
- 41 000 – 47 000 kr för underhåll
- el, stödbränslen och kemikalier 24 000 – 43 000 (den högre kostnaden för minireningsverk vid svinslakt)
- 0 – 51 000 kr för köpta avfallsbehandlingstjänster (ingen kostnad för slaktsvin).

Ekonomi

I tabell 11 beskrivs de totala årliga kostnaderna (kapital och drift) för att omhänderta allt fast och flytande avfall som genereras under slakt, styckning och chark.

Tabell 11. Årlig kostnad för de olika avfallsfraktionerna vid slakt, styckning och chark av nötkreatur alternativt slaktsvin motsvarande 1 000 djurenheter vardera när kategori 3-materialet behandlas i en lokal förbränningsanläggning.

	Storskalig förbränning, kr/år	Lokal förbränning, kr/år	Rening, avloppsvatten, kr/år	Åkermark, kr/år	Summa kostnader, kr/år	Intäkter ^{a)} , kr/år	Summa kostnader, kr/år
Svin, Alt 1	0	1 313 000	100 000	10 000	1 423 000	289 000	1 134 000
Svin, Alt 2	0	1 313 000	0	57 000	1 370 000	289 000	1 081 000
Nöt, Alt 1	51 000	1 310 000	99 000	20 000	1 474 000	271 000	1 208 000
Nöt, Alt 2	51 000	1 310 000	0	51 000	1 411 000	271 000	1 140 000

a) Summa av värme och växtnäring. Växtnäringens andel är ca 10 000 kr, resten är värme

Känslighetsanalys

I känslighetsanalysen, som beskrivs nedan, har några nyckelfaktorer varierats. Det ekonomiska utfallet visas i tabell 12.

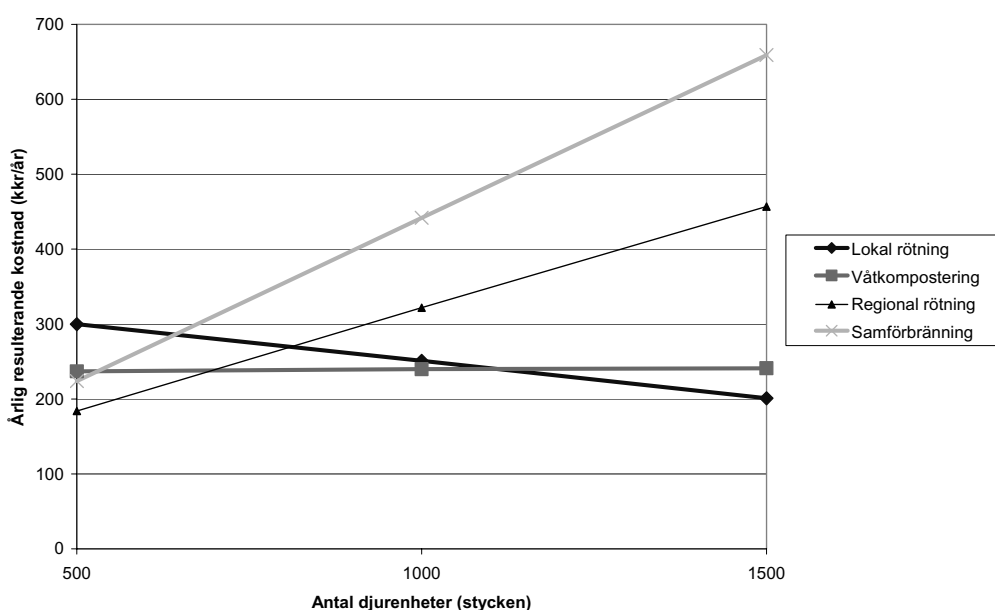
- **Ökad investering:** Bara ett fåtal småskaliga behandlingsanläggningar har uppförts där varje enskild anläggning är specialdesignad, vilket leder till höga kostnader. Dessutom är de tekniska och mikrobiologiska erfarenheterna från behandlingsmetoder av enbart avfall från slakterier högst begränsade. Därför finns det en betydande osäkerhet i storleken på de uppskattade investeringarna. En ökad investering med 30 % har därför simulerats.
- **Investeringsbidrag:** En vanligt förekommande bidragsnivå för investeringsbidrag har varit 30 %.
- **Lägre realränta:** Alla beräkningar bygger på att realräntan har satts till 5 %. Riksbankens rekommenderade realränta är 2,5 %.
- **Mindre avsättning för producerad värme:** I grundalternativet med lokal rötning har antagits att 100 % av biogasen genererar intäkt, medan motsvarande siffra för värme från våtkomposteringen har satts till 80 %. En simulering har gjorts där det finns 70 % avsättning av grundalternativets värme.
- **Priset på värmen:** Använt värde i grundberäkningarna har varit 60 öre/kWh värme. Detta värde motsvarar oljepriset, om moms och alla andra skatter på olja räknas bort. Effekterna av ett högre (75 öre/kWh) och ett lägre (45 öre/kWh) värde på värmen har simulerats.
- **Högre malningskostnad:** Det finns en betydande osäkerhet i de antagna kostnaderna för att mala kategori 3-material (i alternativen lokal rötning alternativt våtkompostering samt regional rötning). Hur stor måste kvarnen vara? Finns en marknad för begagnade kvarnar? Hur mycket av benen på de slaktade djuren går att mala (vilket påverkar mängderna som skickas till samförbränning)? Därför har en tre gånger högre malningskostnad än grundalternativet (där inköp av en begagnad kvarn förutsatts) simulerats.
- **Extern behandlingskostnad:** En höjning respektive sänkning med 30 % av den externa behandlingskostnaden vid alternativen regional rötning och samförbränning i stor anläggning har simulerats.
- **Minskad avloppsvattenmängd:** En minskning med 30 % har simulerats. I grundalternativet har antagits 2,2 ton avloppsvatten/ton slaktvikt. Lokal rötning kräver vattenspädning => ingen vinst med att försöka minska vattenförbrukningen.
- **Enstegs våtkompostering:** En förändring i regelverket så att det skulle räcka med 55°C behandlingstemperatur under ett antal timmar för att hygienisera kategori 3-material har simulerats. Detta gör att våtkompostering inte behöver ske i två steg, vilket leder till minskad investeringskostnad. I detta fall har antagits 20 % lägre investeringsbehov enbart på våtkomposteringsanläggningen (ej övriga investeringar).

Tabell 12. Förändring av årlig kostnad (kkr/år) då olika beräkningsparametrar varierar. Beräkningarna gäller för alternativet med slaktsvinsslakt med styckning och chark motsvarande 1 000 djurenheter per år.

	Lokal våt- kompostering	Lokal rötning	Regional rötning	Samför- bränning	Enhet
Grundalternativ	240	251	322	442	kkr/år
30 % ökad investering	+66	+100	+15	+10	kkr/år
30 % lägre investering	-66	-100	-15	-10	kkr/år
2,5 % realränta	-33	-41	-12	-6	kkr/år
70 % av värmen kan säljas	+44	+70	0	0	kkr/år
45 öre/kWh värme	+36	+59	0	0	kkr/år
75 öre/kWh värme	-36	-59	0	0	kkr/år
3 ggr högre kvarnkostnad	+7	+7	+7	0	kkr/år
30 % lägre behandlingskostnad ^{a)}	0	0	-27	-83	kkr/år
30 % högre behandlingskostnad ^{a)}	0	0	+27	+83	kkr/år
30 % mindre avloppsvatten	-26	0	-20	-20	kkr/år
enstegs våtkompostering	-40	0	0	0	kkr/år

a) gäller extern behandlingskostnad vid alternativen regional rötning och samförbränning i stor anläggning

Slakteriets storlek, dvs. hur många djurenheter som årligen slaktas, påverkar även kostnaderna för slakteriavfallsbehandlingen, se figur 6. Om avfallsbehandlingen sker utanför slakteriet ökar kostnaden i direkt proportion till slakteriavfallsmängden (antal djurenheter som årligen slaktas). När avfallsbehandlingen sker vid slakteriet påverkas kostnaderna i betydligt mindre grad när slakteriavfallsmängderna ökar. Lokal förbränning vid slakteriet har inte tagits med, då kostnaderna för närvarande är så pass höga att detta alternativ inte bedöms som realistiskt.



Figur 6. Skalans betydelse för den årliga kostnaden för alternativen lokal våtkompostering alternativt rötning samt regional rötning och samförbränning i stor anläggning. Beräkningarna gäller för alternativet med slaktsvinsslakt med styckning och chark där årskostnaden har beräknats för 500, 1 000 och 1 500 djurenheter per år. De intäkter som de lokala behandlingsalternativen medför i form av värme och växtnäring har inkluderats i dessa beräkningar.

Diskussion

Utredningen har visat att det finns ekonomiskt konkurrenskraftiga alternativ till att skicka iväg alla animaliska biprodukter till förbränning. Att leverera de animaliska biprodukterna (kategori 3) till en regional biogasanläggning verkar vara ett konkurrenskraftigt alternativ inom det studerade storleksområdet. För slakterier som slaktar ca 700 djurenheter per år eller fler verkar lokal biologisk behandling (våtkompostering/rötning) vara alternativ som kan vara ekonomiskt fördelaktiga, jämfört med att skicka iväg allt avfall för extern behandling. Det ska dock påpekas att de ekonomiska bedömningarna är osäkra, speciellt för lokal rötning och våtkompostering vid slakteriet. Detta gäller även vid malning och ensilering av slakteriavfallet vid slakteriet. Det finns flera gårdsbaserade biogasanläggningar i Sverige och framför allt i Tyskland. Dessa anläggningar behandlar andra avfallsslag samt gödsel. I Sverige och Norge finns några få våtkompostanläggningar och dessa behandlar framför allt flytande avfall, bl.a. från enskilda avlopp. Tekniken för speciellt rötning men även våtkompostering är därför välkänd, så osäkerheten består framför allt i att anläggningen ska behandla ett annat avfallsslag. Slakteriavfall är betydligt mer energirikt än många avfallsslag, vilket ofta underlättar behandlingen.

Före all behandling måste avfallet sönderdelas. Vilken kvarnutrustning som krävs och vilka animaliska biprodukter som inte bör tas med för att optimera sönderdelningen är oklart. Detta gör att bedömningen av kostnaden för sönderdelningen är osäker.

Vilket pris det går att sätta på den gas respektive värme som lokal rötning och våtkompostering ger upphov till, avgörs av lokala förutsättningar och är avgörande för ekonomin för dessa två behandlingsalternativ. Om energin inte kan ersätta inköpt energi (t.ex. el, olja eller pellets) ökar behandlingskostnaden dramatiskt. Troligtvis är förutsättningarna för att få avsättning för all den energi som kan utvinnas från slakteriavfallet bättre vid behandling i stora behandlingsanläggningar än i en lokal anläggning. I alternativen med rötning genereras biogas, vilken är en mer flexibel energiform än den värme som genereras vid förbränning och våtkompostering.

Lokal behandling vid slakteriet ger upphov till arbetstid som kan prissättas, alternativt kan kostnaden för avfallsbehandling sänkas. Om slakteriet drivs på en gård kan arbetet med avfallsbehandlingen skapa ett värdefullt tillskott. Dock krävs ny kompetens för att driva anläggningen. En lokal behandlingsanläggning vid slakteriet innebär en stor investering, vilket leder till ett ökat risktagande för företaget. Variationer i antal djur som slaktas leder till motsvarande variation i avfallsmängd. Om variationen är för stor kan det vara svårt att hantera hela avfallsflödet i den egna anläggningen. Det kan därför krävas tillgång till extern behandlingskapacitet för att klara vissa toppbelastningar, vilket leder till ökade kostnader.

Hur biproduktsförordningen ska tillämpas vid småskaliga behandlingsanläggningar är oklart då erfarenheterna är begränsade. Det är därför viktigt att tidigt diskutera med Jordbruksverket om val av teknik.

Lokal förbränning vid slakteriet är för närvarande inte en ekonomiskt realistisk metod. Det främsta skälet är att det krävs stora insatser för övervakning och analys av rökgaserna eftersom förbränning av slakteriavfall klassas som avfalls-

förbränning. Om en förändring av kraven på övervakningen och rökgasanalyser sker, vilket diskuteras, kan denna behandlingsmetod bli intressant.

Regional behandling av avfallet i en biogasanläggning är den metod som används av de flesta större slakterier. Transportavståndet mellan slakteriet och biogasanläggningen är i dessa fall som regel kort och avfallsmängderna så pass stora att transporterna är fulla. Små slakterier har som regel längre transportavstånd och betydligt mindre avfallsmängder. En lagring vid slakteriet blir därför aktuell för att få fulla transporter och därmed minskade transportkostnader. Sönderdelning (malning) och syrakonservering har bedömts som en realistisk metod för att göra avfallet lagringsdugligt. Avståndet till den regionala biogasanläggningen påverkar ekonomin för detta behandlingsalternativ liksom behandlingens kostnaden. Behandlingskostnaden kan variera mellan olika biogasanläggningar vilket måste tas med i bedömningen av detta alternativ.

Avloppsvattnet från ett slakteri innehåller bl.a. stora mängder syreförbrukande ämnen och kan därför inte släppas ut utan rening. Den behandlingsmetod som kostnadsberäknats är behandling i ett prefabricerat reningsverk (minireningsverk). Ett annat alternativ är att leda avloppsvattnet till en flytgödselbrunn, dit även gödseln transporteras eller att avloppsvattnet används som spädvatten vid lokal rötning eller våtkompostering. Dessa alternativ är billigare jämfört med behandling i ett minireningsverk. Minireningsverk kan ändå vara ett intressant behandlingsalternativ i de fall där även avloppsvatten från hushåll leds till verket. Merkostnaden för att behandla detta avloppsvatten är marginell då det är avloppsvattnet från slakteriet som helt bestämmer dimensioneringen av avloppsvattenreningen. Processtekniskt kan det snarare vara en fördel att även leda hushållsspillvatten till minireningsverket. Ytterligare alternativ för hanteringen av avloppsvattnet, som inte inkluderats i denna studie, kan vara att ansluta till kommunala avloppsnätet om avståndet dit är rimligt, eller att infiltrera avloppsvattnet i en markbäddsanläggning (förutsatt att det godkänns av den lokala tillsynsmyndigheten). Kostnaden för en anslutning till kommunalt avloppsnät är beroende av avloppsvattnets sammansättning och de lokala taxorna, medan kostnaden för en markbäddslösning till största delen är beroende av hur stor markbädd som behöver anläggas för att säkra tillräcklig reduktion av koncentrationen av syreförbrukande ämnen (BOD) i avloppsvattnet.

Det är rimligt att tro att det är möjligt att få ett investeringsbidrag på ca 30 % för att uppföra en anläggning för att behandla slakteriavfallet lokalt. Investeringsbidrag går dels att söka via hemkommunen hos Naturvårdsverket i deras klimatinvesteringsprogram (Klimp), dels direkt hos Jordbruksverket i deras Miljö- och landsbygdsprogram.

Ur miljösynpunkt kan konstateras att

- alternativen med regional rötning och lokal biologisk behandling möjliggör kretslopp av avfallens innehåll av växtnäring
- lokal behandling av slakteriavfallet ger det lägsta transportbehovet
- det finns möjlighet att utvinna energi från alla studerade behandlingsmetoder.

Slutsatser och rekommendationer

Slutsatser

- Avfallshanteringen kan lösas genom lokal behandling vid slakteriet eller via en regional biogasanläggning i kombination med nationell hantering av kategori 1- och 2-material samt SRM. För små slakterier med upp till ca 500 djurenheter är dock de ekonomiskt realistiska alternativen begränsade till samförbränning (dagens normala lösning) eller behandling i en regional biogasanläggning.
- Av de två ekonomiskt realistiska lokala behandlingsalternativen är rötning det alternativ där de tekniska erfarenheterna är störst.
- Våtkompostering får betraktas som en oprövad behandlingsmetod för slakteriavfall, där behov finns av erfarenheter från praktisk drift.
- Tekniska lösningar för malning av avfallet är en nyckelfunktion för den fortsatta behandlingen, och kan vara förknippat med stora kostnader.
- Det finns behov av erfarenhetsinsamling från bl.a. sönderdelning av avfall i Sverige och utomlands, för att se vilken teknik som fungerar samt vad kostnaderna är.
- Våtkomposteringen förenklas om processen kan göras till en enstegsprocess istället för en tvåstegs som är fallet i denna studie. Detta vore möjligt om det kan valideras att tillräcklig hygienisering äger rum vid 55°C behandlingstemperatur. En enstegsprocess istället för en tvåstegsprocess skulle sänka investeringsbehovet för behandlingstekniken.
- Malda ben kan eventuellt skapa sedimentationsproblem vid lokal behandling.
- För att de lokala behandlingsalternativen ska vara ekonomiskt försvarbara måste det finnas avsättning för den producerade värmen och att den kan ersätta annan, externt inköpt energi.
- För att göra tekniken mer tillgänglig och minska riskerna för de slakterier som är intresserade av lokal behandling av sitt avfall, bör någon/några demonstrationsanläggningar byggas.
- För att stimulera utveckling av färdiga anläggningar kan konceptet med teknikupphandling användas.

Rekommendationer

Baserat på ovanstående slutsatser rekommenderas att:

- Jordbruksverket bör kontaktas för att diskutera förutsättningarna för att validera en ny hygieniseringsmetod för behandling av kategori 3-material via en enstegs våtkompostering och få den godkänd som behandlingsmetod i biproduktsförordningen. Om diskussionen med Jordbruksverket resulterar i att det bedöms vara genomförbart att validera denna nya hygieniseringsmetod, rekommenderar vi att resurser avsätts för att inleda denna process. En våtkomposteringsanläggning i relevant försöksskala startas upp för att undersöka om en behandlingstemperatur på ca 55°C under en garanterad uppehållstid på

6 – 10 timmar ger en tillräcklig hygienisering enligt biproduktsförordningen. Om denna valideringsprocess påbörjas, rekommenderas det även att den genomförs på ett sätt så att även tekniska och mikrobiologiska erfarenheter kan studeras. Det finns bland annat behov av processteknisk utveckling när det gäller att öka effektiviteten i syresättningen av behandlat material, minska processens elbehov och utvinna värme. Dessutom undersöks om det uppstår sedimentationsproblem orsakade av malda ben samt partikelstorlekens betydelse liksom behovet av att ta ut bottensediment från tankar och reaktorer. Vidare bör det dokumenteras huruvida det kan uppstå instabilitet i våtkomposteringsprocessen, på grund av höga ammoniumhalter, vilket kan medföra behov av ökad reaktorvolym och en större arbetsinsats för skötsel och övervakning av anläggningen. Detta mot bakgrund av att instabilitet under nedbrytningsprocessen dokumenterats vid rötning av kväverikt slakteriavfall (Edström m.fl., 2003).

- En erfarenhetsinsamling bör genomföras, främst avseende tömning av mag- och tarminnehåll, malning av avfall samt system för långtidslagring i Sverige och utomlands, för att se vilken teknik som fungerar samt hur stora de förknippade kostnaderna är. Kostnaderna för de tekniska lösningarna kan vara betydande, varför det är viktigt att göra en bedömning av vilka lösningar som kan vara optimala, samt vilka animaliska delar som pga. sina egenskaper eventuellt bör avskiljas före malningen. Eventuellt testas den utrustning som identifierats som intressant för sönderdelning av ben.
- Långtidslagring av ensilerat material bör studeras närmare för att utröna dels om ensilering är ett alternativ för att göra materialet lagringsstabil, dels hur lång lagringstid som i så fall är möjlig. Bland annat behöver behov av tillsatsmedel, lagringsstabilitet (lukt) och tillväxt av patogena mikroorganismer utvärderas.
- Förutsättningarna för en gemensamhetsanläggning som behandlar slakteriavfall från flera småskaliga slakterier bör studeras, för att minska investeringen per företagare och sprida risker. Parametrar som ägandeskap, samarbetsformer, skala och driftformer studeras samt att peka ut en möjlig lokalisering inklusive att undersöka intresset för en gemensamhetsanläggning bland de småskaliga slakteriföretagen i regionen. Frågor som bör undersökas är möjligheterna till samrötning med andra substrat för att öka gasproduktionen, olika användningsområden för gas samt samordning med lantbrukare som äger småskaliga gårdsbiogasanläggningar (som huvudsakligen rötter gödsel).
- Om dessa studier visar på att det finns goda ekonomiska förutsättningar för lokal biologisk avfallsbehandling vid småskalig slakt, bör det uppföras en eller två demonstrationsanläggningar. Den eller dessa anläggningar bör utvärderas tekniskt, hygieniskt och ekonomiskt. En aktiv informations-spridning bör ske i samband med demonstrationen och utvärderingen.

Referenser

Rapporter och vetenskapliga artiklar

- Benfalk, C., Edström, M., Geng, Q., Gunnarsson, F., Lindgren, K., Nordberg, Å. (2002). Mobila slakterier för nötkreatur och svin. 2002. JTI-rapport *Lantbruk & Industri* nr 300
- Edström, M. 1996. Bilagor till ”Biogas och växtnäring kretslopp stad – land”. JTI-rapport *Kretslopp & Avfall* nr 2. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Uppsala.
- Edström, M. & Nordberg, Å. 2004. Producera biogas på gården – gödsel, avfall och energigrödor blir värme och el. JTI-informerar nr 107. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Uppsala.
- Norin, E. 1996. Våtkompostering som stabiliserings- och hygieniseringsmetod för organsikt avfall. JTI-rapport *Kretslopp & Avfall* nr 3. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Uppsala.
- Norin, E., Gruvberger, C., Nilsson, P-O. 2000. Hantering av svartvatten från Tegelvikens skola – kretsloppssystem med våtkompostering. VA-forsk rapport 2000*3. Svensk Byggtjänst. Stockholm.
- Malmén, L. 2005. Våtkompostering – maten du åt kan bli bra gödsel. JTI-informerar nr 109. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Uppsala.
- Mason, C., Hammer, G., Fleischmann, T., Lang, C. 1987. Aerobic thermophilic biodegradation of microbial cells: Some effects of dissolved oxygen and temperature. *Applied microbiology and biotechnology*, 25.
- Mörtstedt, S-E., Hellsten, G. 1987. Data och diagram. Energi- och kemitekniska tabeller. Esselte Studium. Stockholm.
- Schuster & Sundquist, 2001. Förbränning av animaliskt avfall, bilaga 2. Ds 2001:23. Regeringskansliet.
- Strömberg, B. 2004. Bränslehandboken. Värmeforskrapport, ISSN 0282-3772. Värmeforsk Service AB. Stockholm.
- Weiland, P.& Rieger, C. 2005. Experience report from the evaluation of 60 agricultural biogas plants in Germany. Proceedings of the 7th FAO/SREN workshop "The future of biogas for sustainable energy production in Europe", 30 Nov-2 Dec 2005, Uppsala.
- Wikberg, A., Blomberg, M., Mathisen, B. (1998), Composition of Waste from Slaughterhouses, Restaurants and Food Distributors, AFR-report 234, Naturvårdsverket, Stockholm
- Bomio, M. 1991. Aerobic thermophilic sludge treatment. *Studies in Environmental Science* 42. Elsevier science publishers.
- Edström, M., Nordberg, Å., Thyselius, L. 2003. Anaerobic treatment of animal by-products from slaughterhouses in laboratory- and pilot scale. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, p 127-138, Volume 109, no 1-3, April-June 2003. Humana Press, Totowa NJ, USA.
- Lantbrukarnas Riksförbund, 2006. Guide till småskalig livsmedelsproduktion – en inblick i lagstiftningen, manuskript. Lantbrukarnas Riksförbund, Stockholm.
- Lindberg, A. 1995. Länsvis omhändertagande av slakteriavfall och kadaver för utvinning an energi och växtnäring. JTI-rapport *Kretslopp & Avfall* nr 1. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Uppsala.
- Österlund, P. 2004. Handlingsplan för omhändertagande av animaliska biprodukter, Jordbruksdepartementet.

Regelverk

- EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EG) nr 999/2001 av den 22 maj 2001 om fastställande av bestämmelser för förebyggande, kontroll och utrotning av vissa typer av transmissibel spongiform encefalopati.
- EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EG) nr 1774/2002 av den 3 oktober 2002 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter som inte är avsedda att användas som livsmedel.
- KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EG) nr 208/2006 av den 7 februari 2006 om ändring av bilagorna VI och VIII till Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1774/2002 när det gäller bearbetningskrav för biogas- och komposteringsanläggningar och krav för naturgödsel.
- KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EG) nr 1974/2005 av den 2 december 2005 om ändring av bilagorna X och XI till Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 999/2001 om nationella referenslaboratorier och specificerat risk-material.
- Förbränningsdirektivet (2000/76/EG)
- Förordning (SFS 2002:1060) om avfallsförbränning
- Avfallsförordningen (SFS 2001:1063)
- Naturvårdsverkets allmänna råd till 2 kap. 3§ miljöbalken (1998:808) om metoder för yrkesmässig lagring, rötning och kompostering av avfall (NFS 2003:15)
- Föreskrifter om hantering av djurkadaver och annat animaliskt avfall (SJVFS 1998:34)
- Naturvårdsverkets kungörelse SNFS 1994:2 med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket
- Förordningen (SFS 1998:944) om förbud m.m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter

Personliga meddelanden och företag

- Barrling, Peder. 2006. Tekniska Verken i Linköping AB (Publ.). Tfn: 013-208000
- Gustafsson, Bert. 2006. BAGA International AB. Tfn: 0455-6616154
- Kisekka, Paulo. 2006. Livsmedelsverket. Tfn: 018-17 55 00
- Liljenström, Susanne. 2006. Jordbruksverket. Tfn: 036-15 58 21
- Lind, Rolf. 2001. Lindmeq AB. Tfn: 0270-42 82 87
- Nilson Per-Ola. 2005. Eskilstuna Energi & Miljö AB Tfn: 016-10 20 00.
- Petterson Olof. 2006. Läckeby Water. Tfn: 0480-381 00.
- Sjöland, Dick. 2005. Containerpoolen i Sverige AB. Tfn: 020-245020
- LINDMEQ AB, www.lindmeq.se

Bilaga 1

Avfallsflöden och sammansättning

Avfallsmängderna från slakt av 1 000 djurenheter nötkreatur per år och 1 000 djurenheter slaktsvin per år har beräknats utgående från schablonvärden på avfallsmängder baserat på djurens levandevikt, se tabell 13. Avfallet har kategoriserade enligt EU-förordningen 1774/2002. Baserat på detta har avfallsflödena och dess kemiska sammansättning beräknats.

Tabell 13. Använd levandevikt (lv) för de djur som slakats samt fördelning av avfall och slaktkroppsvikt (enhet: viktprocent av levandevikten). Källor: Edström m. fl., 2003; Lindberg, 1995.

	Levande- vikt, kg	Kate- gori 1, % av lv	Mag- innehåll, % av lv	Blod, % av lv	Kategori 3 lättmalt, % av lv	Kategori 3 svår malt, % av lv	Slakt- kropp, % av lv	Summa, % av lv
Nötkreatur, vuxen	545	7,1	15,5	3,0	18,0	1,4	55	100
Slaktsvin	113	0,9	6,1	2,9	15,2	0,0	75	100

- Vid styckning och chark avgår 30 % av slaktkroppsvikten som avfall
- 2,2 m³ avloppsvatten/ton slaktkropp.

Slaktsvin

För att kunna belysa avfallsflöden, ungefärliga storlekar på behandlingsanläggningar samt genererad mängd energi och organiskt gödselmedel antas en slakt, styckning och chark av 5 000 slaktsvin per år. Med detta antagande redovisas i tabell 14 en beräknad mängd avfall och dess kemiska sammansättning.

Tabell 14. Beräknad medelmängd animaliskt avfall samt mag- och tarminnehåll (icke animaliskt avfall) per dag (total avfallsmängd utslagen på 365 dagar per år) från slakt, styckning och chark av 5 000 slaktsvin per år. Vidare anges dess innehåll av växtnäring. Uppgift på tarmens vikt för svin saknas varför detta bidrag ej inkluderats. Med TS menas mängden torrsbstans fraktionen innehåller, VS mängden organisk substans (dvs. den delen av torrsbstansen som ej utgörs av aska), N kväve, P fosfor och K kalium. Källor: Edström m.fl., 2003; Wikberg m.fl., 1998; Benfalk m.fl., 2003.

Benämning	Kategori ¹⁾	Mängd kg/d	TS kg/d	VS kg/d	N kg/d	P kg/d	K kg/d
Slaktavfall, exkl. blod	3	235	73	66	6,6	1,0	0,3
Blod	3	43	8,2	7,9	1,2	0,0	0,0
Stycknings- och charkavfall	3	350	109	98	9,9	1,5	0,5
Mag- och tarminnehåll	2	95	9,5	8,1	0,3	0,1	0,2
Till biologisk behandling		724	199	179	17,9	2,6	1,1
Högriskavfall (förbränning)	2	14	4,3	3,9	0,4	0,1	0,0

1) Enligt 1774/2002

Mängd avloppsvatten = 940 ton/år.

Nötkreatur

På samma sätt som vid slakt av svin antas att 1 000 fullvuxna nötkreatur slaktas per år. I tabell 15 redovisas en beräknad mängd avfall och dess kemiska sammansättning som denna slakt genererar.

Tabell 15. Beräknad mängd animaliskt avfall och icke animaliskt avfall från slakt av nötkreatur som dagligen ska behandlas. Vidare anges dess innehåll av växtnäring. Kategorin hud inkluderas ej som animaliskt avfall. Källor: Edström m.fl., 2003; Wikberg m.fl., 1998; Benfalk m.fl., 2003.

	Kategori ²⁾	Mängd kg/d	TS kg/d	VS kg/d	N kg/d	P kg/d	K kg/d
Slaktavfall (exkl. gångben och blod)	3	263	82	73	7,4	1,1	0,4
Blod	3	46	9	8	1,2	0,0	0,0
Stycknings- och charkavfall	3	247	31	90	9,1	1,4	0,43
Mag- och tarminnehåll	2	<u>232</u>	<u>24</u>	<u>22</u>	<u>0,6</u>	<u>0,2</u>	<u>0,2</u>
Till biologisk behandling		789	192	173	16,2	2,4	0,9
Specificerat riskmaterial	1	98	39	28	2,9	0,4	0,1
Animaliskt högriskavfall	2	14	4,3	3,8	0,4	0,1	0,0
Gångben ¹⁾	3	<u>21</u>	<u>11</u>	<u>7</u>	<u>0,7</u>	<u>0,1</u>	<u>0,0</u>
Till förbränning		133	54	39	4,0	0,6	0,2

1) Antas ej vara lämplig för biologisk behandling pga. att dessa kräver krossning för att kunna behandlas biologiskt

2) Enligt 1774/2002

Mängd avloppsvatten = 670 ton/år.

Beskrivning av lokala behandlingssystem

Rötning vid slakteriet, exempel svinslakt

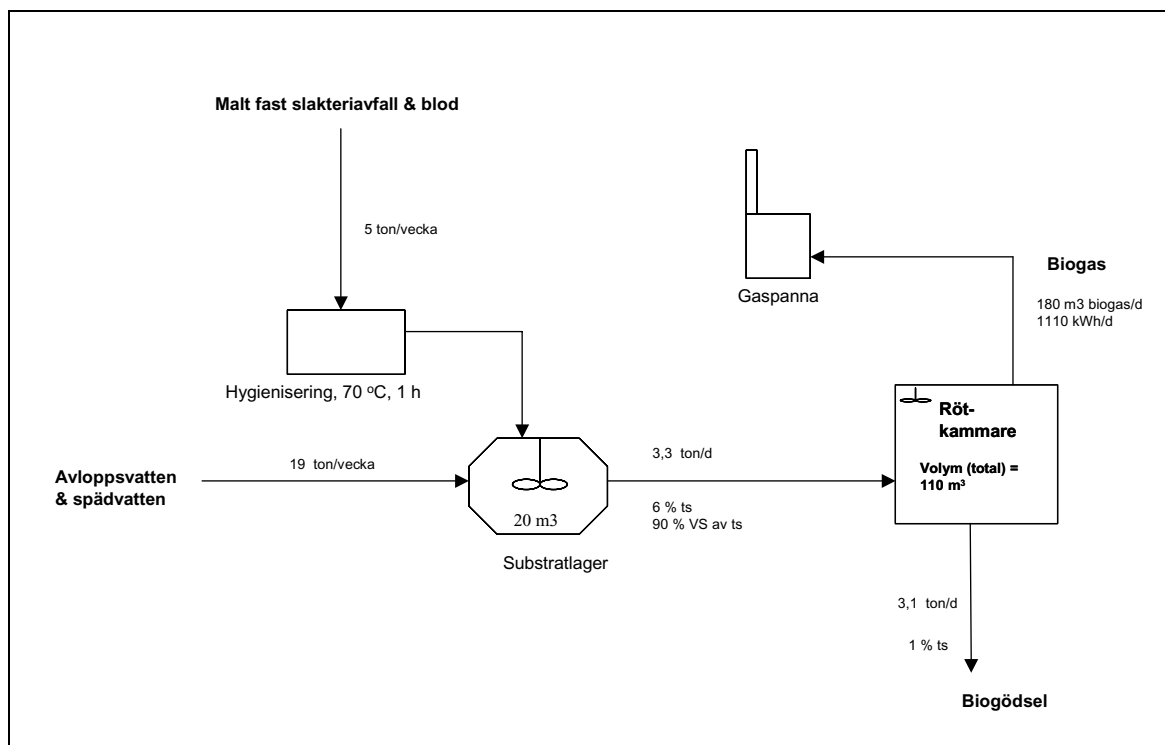
Rötning stabilisera slakteriavfallet och möjliggör att slakteriavfallets innehåll av växtnäring kan återföras till åkermark. Under processen utvinns energi i form av biogas som är en flexibel energiform.

Animaliska biprodukter och osmält foder i de slaktade djurens magar mals. Därefter tillförs detta material till en totalomblandad tank där det hygieniseras vid 70°C under en timme, se figur 7, varefter det tillförs röt-kammaren. Detta material är kväverikt och under rötningen antas 70 % av substratets totala kväveinnehåll att föreligga som ammoniumkväve efter rötning. Röt-kammaren kommer troligtvis även att behöva tillföras spädvatten för att justera ammoniumkvävehalten till en nivå som ger en stabil röttningsprocess. Denna ammoniumkvävehalt bör ej överstiga 4 g/l för en mesofil process (Edström, 1996). Röt-kammaren antas vara en totalomblandad röt-kammare som drivs vid ca 37°C. På grund av den höga halten av ammoniumkväve bör röt-kammaren ej belastas högre än 2 kg VS/m³, d.

Specifik metanproduktion har satts till 660 l/kg tillförd VS till röt-kammaren (de animaliska biprodukterna är mycket energirika och utgör ca 90 % av tillförd organisk substans till röt-kammaren).

Elbehovet för att driva röttningsprocessen har bedömts vara 31 MWh el/år, vilket motsvarar ca 7 % av producerad biogas.

Värmebehovet för att hygienisera det fasta slakteriavfallet samt upprätthålla en rötningstemperatur vid 37°C har beräknats vara 29 MWh/år vilket motsvarar 6,6 % av producerad biogas.



Figur 7. Schematisk bild över massflöden för lokal röttningsanläggning för att behandla avfall och avloppsvatten vid småskaligt slakt inklusive avfall från styckning och chark av 5 000 slaktsvin per år.

Våtkompostering vid slakteriet, exempel svinslakt

Våtkompostering är en behandlingsmetod som används för att stabilisera och hygienisera blandningar mellan svartvatten, matavfall och gödsel (Malmén, 2005; Norin m.fl., 2000), men är hittills en oprövad behandlingsmetod för slakteriavfall.

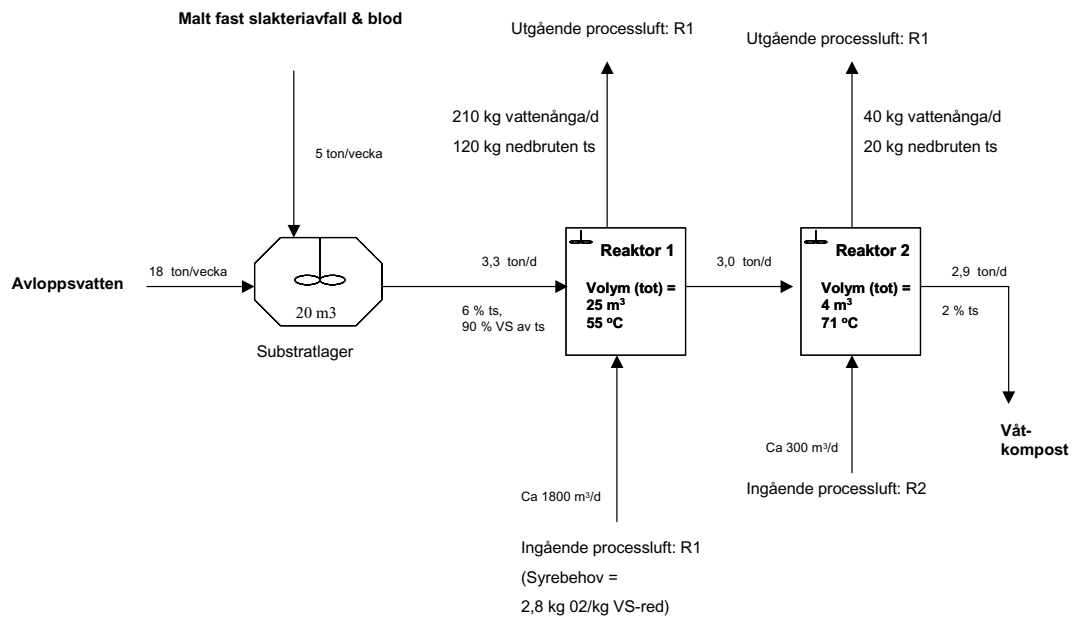
Slakteriavfallet våtkomposteras i en tank som tillförs processluft med hjälp av kompressor och ett luftningsdon. Komposteringsreaktorn har en omrörare som säkerställer totalomblandning av reaktorinnehållet. Den huvudsakliga stabiliseringen av avfallet antas ske i reaktor 1 där processtemperaturen antas vara 55°C, se figur 8, och vid denna temperatur sker nedbrytningen snabbt. Hygieniseringen av avfallet sker i reaktor 2 där processtemperaturen antas vara 70°C. Anledningen till att reaktor 1 ej drivs vid denna temperatur är att komposteringsförsök vid 70°C har visat sig ge en kraftigt försämrad effektivitet i nedbrytningsprocessen (Bomio, 1991; Mason m.fl., 1987).

Syrebehovet för komposteringsprocessen har antagit vara 2,8 kg O₂/kg VS som bryts ner. Eftersom innehållet av nedbrytbar organisk substans är högt i slakteriavfallet kommer det att krävas en stor tillförsel av processluft under våtkomposteringen. Detta medför att betydande mängder vatten kommer att lämna reaktorn i form av ånga tillsammans med utgående processluft, se figur 8. Vidare är slakteriavfallet kväverikt, vilket medför att risken för kväveavgång i form av ammoniak via utgående processluft är stor. Om denna varma utgående processluft – med högt vatteninnehåll i form av vattenånga – kyls, kommer vatten att kondensera ut och mycket av ammoniaken kommer att lösa sig i vattnet. Detta kondensat sambehandlas lämpligen med erhållen våtkompost.

Dimensionerad reaktorbelastning vid beräkningarna har satts till 10 kg VS/m³ och dag.

Elbehovet för att driva rötningsprocessen har beräknats vara 42 MWh el/år, vilket motsvarar ca 35 kWh el/ton behandlat material.

Våtkompostering i 2 steg



Figur 8. Schematisk bild över massflöden för lokal våtkomposteringsanläggning för att behandla avfall och avloppsvatten vid småskaligt slakt inklusive avfall från styckning och chark av 5 000 slaktsvin per år.

Värme kan också utvinnas, men den föreligger vid relativt låg temperatur varför dess användbarhet bedöms vara begränsad. Uppskattningsvis utvecklar komposteringsprocessen ca 900 kWh värme per dag. Delar av denna värme kan utvinnas. Utvinningen kan ske på tre olika plaster i våtkomposteringsprocessen genom att:

- kyla reaktor 1, för att processtemperaturen ej ska stiga över processtemperaturen vid 55°C. På detta sätt kan ca 370 kWh värme erhållas per dag.
- kyla utgående processluft från reaktor 1 och 2 (som har en temperatur på minst 55°C med relativt fuktinnehåll nära 100 %) kan ca 200 kWh värme erhållas per dag. Detta bör göras framför allt för att minska ammoniakförlusterna.
- kyla färdigbehandlat material som lämnar reaktor 2. Genom att sänka temperaturen från 70°C till ca 20°C kan ca 170 kWh värme erhållas per dag.

Lokal förbränning vid slakteriet

Förbränning är en termisk behandlingsmetod som stabiliserar och hygieniserar slakteriavfallet. Slakteriavfallets innehåll av kväve kommer att lämna anläggningen via förbränningsluften. Under processen utvinns energi i form av värme som föreligger vid hög temperatur, varför dess användbarhet är relativt stor.

Det effektiva värmevärdet vid förbränning av djurkadaver är uppmätt till 8,7 MJ/kg våtvikt (Schuster & Sundquist, 2001) vars ts-halt var 35 %. Detta motsvarar 24,9 MJ/kg ts. Justeringar av effektiva värmevärdet har gjorts dels på enskilda fraktioner av det animaliska avfallet som innehåller hög halt av aska

(t.ex. gångben och skallben), dels då ts-halten avviker från ett normalvärde för blandningen. Det uppsamlade blodet skiljer sig mest från de övriga animaliska biprodukterna. Utgående från sammansättningen för de animaliska biprodukterna har det effektiva värmevärdet för slaktavfallet både från svin- och nötslakten beräknats till 24,6 MJ/kg ts.

Det animaliska avfallet som ska förbrännas mals innan förbränningen. Därefter blandas det in sågspån (motsvarande 30 volymprocent av avfallsmängden) och bioolja (motsvarande 1 volymprocent av avfallsmängden) för att förbättra hanterbarheten och lagringsdugligheten (Lind, pers. medd., 2001). Sågspån med en ts-halt på 70 % har en densitet på 179 kg/m³ och ett effektivt värmevärde som är 12,7 MJ/kg våtvikt (Mörtstedt & Hellsten, 1987). Tallbecksolja har en densitet på 965 kg/m³ och ett effektivt värmevärde som är 38 MJ/kg våtvikt (Strömberg, 2004).

Askan efter förbränning sprids på åkermark. Det kan göras eftersom ingen kategori 1 material förbränns i den lokala förbränningsanläggningen, se kapitel ”Förbränningsdirektivet och relaterat regelverk”.

Avloppsvattenbehandling

Den totala vattenanvändningen vid slakt, styckning och chark antas tillsammans vara 2,2 ton/ton slaktvikt. Avloppsvatten från ett slakteri är starkt förorenat och graden av förorening är bl.a. kopplat till mängden blod som tillförs avloppet och om och hur mag-tarmpaketet tas omhand. Föroreningarna består framför allt av biologiskt lättnedbrytbart material (BOD). I beräkningarna har antagits en medelsiffra för avloppsvattnets BOD-innehåll utifrån naturvårdsverkets branschfaktblad om slakterier. BOD-innehållet kan vara överskattat eftersom värdena i branschfaktbladet bygger på att tarmarna rensas från sitt innehåll, och att innehållet följer med avloppet. Samtidigt förutsätter medelsiffran att blodspillet till avloppet är litet. Sammanfattningsvis är BOD-halterna mycket höga, medan mängden avloppsvatten är liten. Vid antagandet att man slaktar 2 dagar per vecka, 47 veckor per år, motsvarar vattenflödena vid slakt (utan utjämning) i denna studie ca 7 – 11 hushåll, medan BOD-mängden motsvarar ca 90 – 130 hushåll.

Som första behandlingssteg antas avloppsvattnet passera ett flotations- och sedimentationssteg där slam och fett avskiljs. Den avskiljda mängden slam har antagits motsvara 10 % av mängden genererat avloppsvatten.

Det minireningsverk som räknats på i denna studie består av fettavskiljare, slamavskiljare, slamsilo, själva reningsverket och ett servicehus. I reningsverket finns bland annat förfällningskammare och flockningskammare för kemisk rening, och tre biokammare för biologisk rening. I servicehuset finns styr-, regler- och doseringsutrustning. (Gustafsson, pers. medd., 2006).

Tillstånd och villkor för behandling och utsläpp av avloppsvatten från ett mindre slakteri ges av miljönämnden i kommunen. Eftersom varje tillståndsansökan behandlas individuellt och hänsyn tas till lokala förhållanden, bör man i god tid samråda med kommunens miljökontor om vilken behandlingsmetod för avloppsvattnet som kan godkännas.

Insatser för att driva behandlingsprocess

I tabell 16 redovisas de insatser som behövs vid lokal behandling av slakteriavfallet.

Tabell 16. Sammanställning av de insatser som krävs för att driva lokala behandlingsprocesser för avfall och avloppsvatten som uppkommer vid slakt och styckning. VS står för våtkompostering av avfall och avloppsvatten från slaktsvinsslakt, VN för våtkompostering av avfall och avloppsvatten från nötkreatursslakt, RS för rötning av avfall och avloppsvatten från slaktsvinsslakt, RN för rötning av avfall och avloppsvatten från nötkreatursslakt, FS för förbränning av avfall med lokalt avloppsvattenbehandling från slaktsvinsslakt, FN för förbränning av avfall med lokalt avloppsvattenbehandling från nötkreatursslakt.

	Enhet	VS	VN	RS	RN	FS	FN
El	MWh/år	45 ^{a)}	37 ^{a)}	34 ^{a)}	32 ^{a)}	2	2
Biobränsle/värmebehov	MWh/år	84 ^{c)}	66 ^{c)}	29 ^{b)}	22 ^{b)}	0	0
Tillförsel av färskvatten	ton/år	0	0	150	20	0	0
Tillförsel av tallolja	ton/år	0	0	0	0	2,3	2,3
Tillförsel av spån	ton/år	0	0	0	0	13	13

- a) Malning av slakteriavfall och drift av biologisk behandlingsanläggning. Inkluderar ej elbehov för fryslagring av kategori 1 material
- b) Värmebehov för att hygienisera slakteriavfall samt att värma avloppsvatten till rötningstemperatur (observera av att slakteriavfallet efter hygieniseringen avger överskottsvärme till avloppsvattnet då de blandas). Biobränslemängden baserar sig på att 80 % av bränslets effektiva värmevärde överförs som värme till biogas-substrat, resten utgörs av förluster i panna och i processutrustning
- c) Värmebehov för att värma upp allt avloppsvatten och slakteriavfall till 70°C. Obs! Detta värmebehov tillgodoses av den värmeutveckling som sker under komposteringsprocessen och ingen extern värmekälla behöver vara inkopplad i systemet

Slutprodukter vid lokal behandling

I tabell 17 redovisas de slutprodukter som genereras vid lokal behandling av slakteriavfallet.

Tabell 17. Sammanställning av genererade slutprodukter vid lokal behandling av avfall och avloppsvatten från slakt och styckning. VS står för våtkompostering av avfall och avloppsvatten från slaktsvinsslakt, VN för våtkompostering av avfall och avloppsvatten från nötkreatursslakt, RS för rötning av avfall och avloppsvatten från slaktsvinsslakt, RN för rötning av avfall och avloppsvatten från nötkreatursslakt, FS för förbränning av avfall med lokalt avloppsvattenbehandling från slaktsvinsslakt, FN för förbränning av avfall med lokalt avloppsvattenbehandling från nötkreatursslakt.

	Enhet	VS	VN	RS	RN	FS	FN
Gödselmedel	ton/år	1050	810	1146	1034	130	150
N i gödsel	ton/år	6,2 ^{b)}	5,6 ^{b)}	6,6	5,9	0,1	0,2
P i gödsel	ton/år	1,0	0,9	1,0	0,9	0,0	0,1
K i gödsel	ton/år	0,4	0,3	0,4	0,3	0,1	0,1
TS i gödsel	%	2,1	2,9	1,0	0,7	10	10
Aska	ton/år	–	–	–	–	8	9
P i aska	ton/år	–	–	–	–	0,7 ^{e)}	0,6 ^{e)}
K i aska	ton/år	–	–	–	–	0,3 ^{e)}	0,2 ^{e)}
Extern förbränning, kategori 1	ton/år	5 ^{a)}	48	5 ^{a)}	48	0 ^{c)}	28 ^{c)}
Avskiljt material, avloppsvatten	ton/år	–	–	–	–	100	70
Vatten till recipient	ton/år	–	–	–	–	850	600
Biogas	MWh/år	–	–	440	400	–	–
Värme vid hög temperatur	MWh/år	–	–	–	–	460 ^{d)}	440 ^{d)}
Värme vid låg temperatur	MWh/år	303	273	22	20	–	–

a) Kategori 2-material men hanteras transporterats till en behandlingsanläggning för kategori 1-material

b) 5 % N-förluster via luftningen vid våtkomposteringen

c) Animaliska biprodukter av kategori 2-material vid svinslakt antas förbrännas lokalt. Däremot antas att 50 % av animaliska biprodukter av kategori 1-material förbränns lokalt (lättmalda fraktioner) medan 50 % förbränns externt beroende på att kross saknas för att sönderdela skallben (och gångben)

d) 87 % av värme från animaliska biprodukter, 8 % från spån och 5 % från bioolja

e) Har antagits att 70 % av fosfor och kaliumet i bränslet återförs till åkermarken

Ekonomi

Nedan redovisas de viktigaste indata till de genomförda ekonomiska beräkningarna.

Investeringsbehov och kapitalkostnader

Realränta på 5 %.

Avskrivningstid för gödsellager har satts till 20 år.

Avskrivningstid för fryslager, biproduktstagertank och minireningsverk har satts till 15 år.

Avskrivningstid för lokal röttnings- våtkomposterings- och förbränningsanläggning har satts till 12 år.

Avskrivningstid för kvarn har satts till 10 år.

Den årliga underhållskostnaden för gödsellager och minireningsverk har satts till 1 % av investeringen.

Den årliga underhållskostnaden för lokal röttnings-, våtkomposterings- och förbränningsanläggning har satts till 2 % av investeringen.

Den årliga underhållskostnaden för fryslager och biproduktstagertank har satts till 3 % av investeringen.

Den årliga underhållskostnaden för kvarnen har satts till 10 % av investeringen.

De angivna investeringsbehoven för minireningsverk inkluderar ej plats specifika kostnader som nedgrävning, frakter samt anslutning av inkommande avloppsvatten, utgående renat vatten och elektricitet.

De använda investeringsbehoven för alternativen med behandlingsanläggningar vid slakteriet inkluderar ej kostnader för projektering, upphandling, tillståndsansökningar eller för drifttagning av anläggningar.

Lokal förbränning, regional rötning och samförbränning

I tabell 18 redovisas de antagna investeringarna för alternativen regional rötning samt för lokal förbränning vid slakt av slaktsvin samt årliga kostnader för processenergi, analyser och underhåll.

Tabell 18. Antagna investeringar för regional rötning alternativt lokal förbränning (5 000 slaktsvin).

	Regional rötning	Lokal Förbränning	Enhet
Behandlingsanläggning	0	1500	kk
Sönderdelning ^{b)}	75	75	kk
Minireningsverk	800/0 ^{a)}	800/0 ^{a)}	kk
Fryslager ^{c)}	60	60	kk
biproduktslagertankar för rötning	100	0	kk
Lagring inför spridning	0/370 ^{a)}	0/370 ^{a)}	kk
Summa investering	ca 1100/600 ^{a)}	ca 2400/1900 ^{a)}	kk
El, värme och analyser ^{d)}	17/3 ^{a)}	1038/1026 ^{a)}	kk/år
Underhåll	18/14 ^{a)}	46/41 ^{a)}	kk/år

- a) Avloppsvatten till minireningsverk/gödselbrunn. Investering för minireningsverk, egen bedömning utgående från uppgift från Gustafsson (pers. medd., 2006)
- b) Begagnad Palmia köttkvarn typ M207-520L enligt LINDMEQ AB (www.lindmeq.se)
- c) Begagnad 20-fots fryscontainer (Sjöländ, pers. medd., 2005)
- d) Kostnaderna för analyser av rökgaser vid lokal förbränning har satts till 1 Mkr, se kapitel "Förbränningsdirektivet och relaterat regelverk" och bilaga 5

I tabell 19 redovisas de antagna investeringarna för alternativen regional rötning samt för lokal förbränning vid slakt av nötkreatur samt årliga kostnader för processenergi, analyser och underhåll.

Tabell 19. Antagna investeringar för regional rötning alternativt lokal förbränning (1 000 nötkreatur).

	Regional rötning	Lokal Förbränning	Enhet
Behandlingsanläggning	0	1500	kk
Sönderdelning ^{b)}	75	75	kk
Minireningsverk	800/0 ^{a)}	800/0 ^{a)}	kk
Fryslager ^{c)}	60	60	kk
biproduktslagertankar för rötning	100	0	kk
Lagring inför spridning	0/310 ^{a)}	0/310 ^{a)}	kk
Summa investering	ca 1100/500 ^{a)}	ca 2400/1900 ^{a)}	kk
El, värme och analyser ^{d)}	18/7 ^{a)}	1043/1030 ^{a)}	kk/år
Underhåll	20/13 ^{a)}	47/43 ^{a)}	kk/år

- a) Avloppsvatten till minireningsverk/gödselbrunn. Investering för minireningsverk, egen bedömning utgående från uppgift från Gustafsson (pers. medd., 2006)
- b) Begagnad Palmia köttkvarn typ M207-520L enligt LINDMEQ AB (www.lindmeq.se)
- c) Begagnad 20-fots fryscontainer (Sjöländ, pers. medd., 2005)
- d) Kostnaderna för analyser av rökgaser vid lokal förbränning har satts till 1 Mkr, se kapitel "Förbränningsdirektivet och relaterat regelverk" och bilaga 5

Rötning och våtkompostering vid slakteriet

Investeringsbehovet för den nybyggda gårdsbaserade biogasanläggningen i Hagavik är i storleksordningen 2,6 miljoner kr (Edström & Nordberg, 2004). Investeringen på Hagavik motsvarar 5200 kr/m³ reaktorvolym. Enligt Weiland & Rieger (2005) ligger mer än hälften av biogasanläggningarna i Tyskland på en jämförbar investeringskostnad av 200–400 Euro per röt-kammarvolym (ca 1900 – 3800 kr/m³).

Läckeby Water har byggt några svenska gårdsbaserade biogasanläggningar. Dessa har dock varit 2-3 gånger större än den beskrivna anläggningen i figur 7 i bilaga 2 (Pettersson, pers. medd., 2006). En bedömning Pettersson gör är att investeringskostnaden för en anläggning enligt figur 7 skulle bli 2,0 – 2,5 Mkr.

Investeringsbehovet för Tegelvikens våtkomposteringsreaktor (med volymen 32 m³) var 1 Mkr (Norin m.fl., 2000). Därtill tillkom investeringskostnader för ett förlager, gödsellager för våtkomposterat material (1430 m³), schaktarbete, pumpar, elarbete och övrigt med totalt 840 000 kr. Elkostnaden för att driva denna anläggning har varit ca 21 000 kr/år och kostanden för underhåll 36 000 kr/år (Nilson, pers. medd., 2005).

Investeringsbehovet för Norrtäljes våtkomposteringsanläggning som uppfördes tillsammans av Läckeby Water och Biocontrol, var drygt 6 Mkr (Malmén, 2005). Den är dock ca 3 gånger större än den beskrivna anläggningen i figur 8 (se bilaga 2) och innehåller byggnader och förbehandlingssteg som ej är aktuella för en anläggning som komposterar slakteriavfall. Om denna anläggning skulle skalas ner till denna skala bedömer Pettersson (pers. medd.) att investeringskostanden även här skulle bli 2,0 – 2,5 Mkr.

I tabell 20 redovisas de antagna investeringar som har använts för de ekonomiska beräkningarna för kostanden att behandla slakteriavfall (inklusive avfall från styckning och chark) lokalt vid slakteriet som slaktar motsvarande 1 000 djur-enheter per år. Det skall noteras att skalan för en lokal rötning- eller våtkomposteringsanläggning för att behandla slakteriavfall från småskalig slakt är betydligt mindre än de i dag existerande småskaliga anläggningarna i Sverige. Vidare har bara ett fåtal småskaliga anläggningar uppförts där varje enskild anläggning är specialdesignad vilket leder till höga kostnader. Dessutom är tekniska, erfarenhetsmässiga och mikrobiologiska erfarenheterna från dessa behandlingsmetoder av enbart avfall från slakterier högst begränsad. Därför finns det en betydande osäkerhet i storleken på dessa uppskattade investeringar.

Tabell 20. Antagna investeringar för lokal behandling via våtkompostering och rötning.

	Våtkompostering	Rötning	Enhet
Behandlingsanläggning	1500	2000	kkkr
Sönderdelning	75	75	kkkr
Lagring inför spridning	320 – 390	390 – 420	kkkr
Fryslager	60	60	kkkr
Summa investering	ca 2200	ca 2800	kkkr
El, värme och kemikalier	31 – 33	37 – 41	kkkr/år
Underhåll	43	53	kkkr/år

Kostnader för inköpta behandlingstjänster

I tabell 21 redovisas de i beräkningarna använda kostnader för att behandla de animaliska biprodukterna i en större nationell förbränningsanläggning som förbränner större mängder slakteriavfall samt för att leverera avfallet till en regional biogasanläggning. Dessa antagna kostnader bygger på diskussioner som förts med ett antal småskaliga slakterier och några svenska biogasanläggningar.

Transportkostnaderna för kategori 1-materialet bygger på att det transporteras ca 300 km med lastbil och släp som kan lasta ca 30 ton avfall. Lastbilen antas hämta avfall från flera slakterier för att få ett fullt lass.

Transportkostnaderna för kategori 3-materialet bygger på att det transporteras ca 20 km med en last på ca 10 ton och att ingen returtransport sker tillbaka till slakteriet med tomt kärl.

För att konservera materialet som skickas till biogasanläggningen för rötning tillsätts myrsyra motsvarande 2 % av vikten (Barrling, pers. medd.). Kostnad för myrsyra har satts till 9 kr/liter (priset på myrsyra vid Lantmännen vid köp av 1000 liter var 8,70 kr/liter exklusive moms och frakt under mars 2006).

Tabell 21. Kostnader för inköpta behandlingstjänster och syralagring av material som levereras till regional biogasanläggning.

	Kategori 1	Kategori 3	Enhet
	Förbränning	Rötning	
Behandlingsavgift	1180	400	kr/ton
Transportkostnad	390/540 ^{a)}	90	kr/ton
Konserveringskostnad ^{b)}	–	180	kr/ton

a) Lägre transportkostnaden om alla animaliska biprodukter av kategori 1, 2 och 3 material går till förbränning och då levererad mängd per tillfälle är större än 7 ton. Den högre kostnaden motsvarar leveransmängder på ca 5 ton per tillfälle, vilket motsvarar fryscontainers lagringskapacitet

b) Antagit tillsats av myrsyra motsvarande 2 % av våtvikten

Arbetskostnader

I tabell 22 och 23 redovisas antagna årliga arbetskostnader för de 5 olika behandlingsalternativen dels vid slakt av svin, dels vid slakt av nöt. I beräkningarna har arbetskostnaden satts till 400 kr/timme inklusive sociala avgifter.

Tabell 22. Antagna arbetskostnader för avfallshantering vid slakt av 5 000 slaktsvin.

	Regional rötning	Lokal våt- kompostering	Lokal rötning	Lokal förbränning	Sam- förbränning	Enhet
Behandlingsanläggningar		48	80	48		kk
Malning	25	25	25	25		kk
Minireningsverk	2/0 ^{a)}	–	–	2/0 ^{a)}	2/0 ^{a)}	kk
Fryslagring	0	0	0	0	–	kk
ABP syralagring	5					kk
Transporter ^{b)}	6/18 ^{a)}	22	22	6/18 ^{a)}	6/18 ^{a)}	kk
Spridning ^{b)}	3/24 ^{a)}	30	31	3/24 ^{a)}	3/24 ^{a)}	kk
Aska ^{b)}				2		kk

a) Avloppsvatten till minireningsverk/gödselbrunn

b) Inkluderar även maskinkostnaden

Tabell 23. Antagna arbetskostnader för avfallshantering vid slakt av 1 000 nötkreatur.

	Regional rötning	Lokal våt- kompostering	Lokal rötning	Lokal förbränning	Sam- förbränning	Enhet
Behandlingsanläggningar		48	80	48		kk
Malning	27	27	27	27		kk
Minireningsverk	1/0 ^{a)}	–	–	1/0 ^{a)}	1/0 ^{a)}	kk
Fryslagring	1	1	1	1	1	kk
ABP syralagring	4					kk
Transporter ^{b)}	16/16 ^{a)}	20	22	16/16 ^{a)}	16/16 ^{a)}	kk
Spridning ^{b)}	4/19 ^{a)}	24	28	4/19 ^{a)}	4/19 ^{a)}	kk
Aska				2		kk

a) Avloppsvatten till minireningsverk/gödselbrunn

b) Inkluderar även maskinkostnaden

Energi, Växtnäring

Kostnader för energi och stödbränsle

Kostnad för el har satts till 70 öre/kWh inklusive nätkostnad och certifikatkostnad.

Kostnad för processvärme vid lokal rötning har satts till 60 öre/kWh.

Kostnad för stödbränsle vid förbränningen (spån och tallolja) har satts till 30 öre/kWh.

Intäkt från värme och växtnäring

Producerad värme har värderats till 60 öre/kWh.

Vid rötning och förbränning antas att all värme som genereras går att avyttras.

Vid våtkomposteringen antas att 80 % av återvinningsbart värme kan avyttras.

Pannverkningsgraden för fastbränslepannan har satts till 80 %.

Pannverkningsgraden för gaspannan har satts till 90 %.

Vid våtkomposteringen är kväveförlusterna 5 % av totala kvävemängden som finns i materialet som ska behandlas.

Kväveeffekten i de organiska gödselmedel som sprids på åkermark antas motsvara 60 % av effekten från mineralgödselkväve.

Fosforeffekten i de organiska gödselmedel som sprids på åkermark antas motsvara 100 % av effekten från mineralgödselkväve.

Kaliumeffekten i de organiska gödselmedel som sprids på åkermark antas motsvara 100 % av effekten från mineralgödselkväve.

I askan efter förbränning återvinns 0 % av bränslets kväveinnehåll och 70 % av fosfor respektive kaliumet.

Kvävepriset i mineralgödsel har satts till 8 kr/kg.

Fosforpriset i mineralgödsel har satts till 12 kr/kg.

Kaliumpriset i mineralgödsel har satts till 5 kr/kg.

Övervakningsparametrar enligt förbränningsdirektivet

Rökgaser

(Halvtimmesvärden sammanställda till dygnsmedelvärden)

Kväveoxider (NO_x)

Svaveldioxid (SO₂)

Kolmonoxid (CO)

Totalt organiskt kol (TOC)

Stoft

Saltsyra (HCl)

Vätefluorid (HF)

(Provtagningar halvårsvis (initialt oftare))

Kadmium (Cd)

Kvicksilver (Hg)

Koppar (Cu)

Arsenik (As)

Bly (Pb)

Tallium (Tl)

Antimon (Sb)

Krom (Cr)

Mangan (Mn)

Nickel (Ni)

Vanadin (V)

Kobolt (Co)

Dioxiner

Furaner

Driftsparametrar

(Kontinuerligt)

Temperatur (i förbränningsugnen)

Syrgashalt (O₂)

Tryck (rökgaserna)

Rökgastemperatur

Vattenånga

Avloppsvatten

(kontinuerligt)

pH

temperatur

flöde

(dagligen)

Totalt suspenderat material

(månadsvis, inkluderat alla föreningar av ämnena)

Kadmium (Cd)

Kvicksilver (Hg)

Koppar (Cu)

Arsenik (As)

Bly (Pb)

Tallium (Tl)

Antimon (Sb)

Krom (Cr)

Mangan (Mn)

Nickel (Ni)

Vanadin (V)

Kobolt (Co)

(halvårsvis)

Dioxiner

Furaner

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik...

... är ett industriforskningsinstitut som forskar, utvecklar och informerar inom områdena jordbruks- och miljöteknik samt arbetsmaskiner. Vårt arbete ger dig bättre beslutsunderlag, stärkt konkurrenskraft och klokare hushållning med naturresurserna.

Vi publicerar regelbundet notiser på vår webbplats om aktuell forskning och utveckling vid JTI. Du får notiserna hemskickade gratis om du anmäler dig på www.jti.slu.se

På webbplatsen finns även publikationer som kan läsas och laddas hem gratis, t.ex.:

JTI-informerar, som kortfattat beskriver ny teknik, nya rön och nya metoder inom jordbruk och miljö (4 – 5 teman/år).

JTI-rapporter, som är vetenskapliga sammanställningar över olika projekt.

Samtliga publikationer kan beställas i tryckt form. JTI-rapporterna och JTI-informerar kan beställas som lösnummer. Du kan också prenumerera på JTI-informerar.

*För trycksaksbeställningar, prenumerationsärenden m.m.,
kontakta vår publikationstjänst (SLU Service Publikationer):*

tfn 018 - 67 11 00, fax 018 - 67 35 00

e-post: bestallning@jti.slu.se



JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

JTI - Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering

Box 7033, 750 07 UPPSALA Telefon: 018 - 30 33 00

Besöksadress: Ultunaallén 4 Telefax: 018 - 30 09 56

Webbplats: www.jti.slu.se