



---

Sveriges  
lantbruksuniversitet

# Val av komplementmaterial för våtkompostering av klosettvatten

Choice of complementary material for liquid  
composting of blackwater

---

Emelie Ljung



# REFERAT

## Val av komplementmaterial för våtkompostering av klosettwater

*Emelie Ljung*

Utsläpp av otillräckligt renat avloppsvatten, framförallt klosettwater, bidrar till övergödning av sjöar och hav. Samtidigt är klosettwater en ren fraktion som, efter hygienisering, kan återföras till jordbruket och sluta kretsloppet för växtnäringsämnen. Hygieniseringsmetoden våtkompostering innebär att organiskt material bryts ner under aeroba förhållanden. För att hygienisera klosettwater genom våtkompostering krävs tillsats av energirika organiska restprodukter, så kallade komplementmaterial. En förutsättning för att komplementmaterialet ska vara behandlingsbart är, förutom tillräckligt stort energiinnehåll, att det är sönderdelat och pumpbart.

Syftet med detta examensarbete var att hitta lämpligt komplementmaterial att sätta till klosettwater som behandlas i våtkompostanläggningen i Karby, Norrtälje kommun. Norrtälje kommun och två närliggande kommuner inventerades på organiska restprodukter, varefter tänkbart komplementmaterial samlades in och genomgick plockanalys, malning och analyser gällande torrsubstans-, växtnärings- och tungmetallinnehåll samt BOD<sub>7</sub>. Utifrån analysresultat, beräkningar och uppskattning av mängder kunde lämpligheten och tillgängligheten för olika komplementmaterial bedömas och mängden klosettwater som kan behandlas beräknas.

Resultaten visar att matavfall från kök är en relativt ren och energirik fraktion som skulle lämpa sig väl för våtkompostering. Utsorterad frukt, grönt och bröd från livsmedelsbutiker är även det en ren fraktion, men tillgängligheten är osäker och beror på en rad faktorer. Osäkerheten kring kvaliteten hos fett från fettavskiljare är enligt projektets utvärdering för stor för att denna fraktion i dagsläget ska kunna anses som ett lämpligt komplementmaterial.

Resultaten visar att det finns förutsättningar för att samla in tillräckligt med komplementmaterial i Norrtälje kommun för att kunna utnyttja hela kapaciteten i Karby våtkomposteringsanläggning i framtiden. Värden och mängder är dock osäkra eftersom flera antaganden ligger till grund och tillgängligheten kan variera mellan olika verksamheter. Slutligen kan också nämnas att det krävs en lösning för malning och förbehandling av tillgängligt komplementmaterial innan det är möjligt att sätta till våtkomposten och därigenom kunna behandla mera klosettwater.

Nyckelord: Våtkompostering, klosettwater, komplementmaterial, organiska restprodukter, energiinnehåll, växtnäringsämnen.

*Institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Ulls väg 30A, SE-75651 Uppsala, Sverige*

ISSN 1401-5765

## **ABSTRACT**

### **Choice of complementary material for liquid composting of blackwater**

*Emelie Ljung*

Emissions of insufficiently treated wastewater, mainly blackwater (i.e. wastewater from toilets), contributes to the eutrophication of lakes and seas. At the same time, blackwater is a fraction with a low content of heavy metals and, after sanitization, it can recirculate plant nutrients to arable land using the liquid composting treatment method. Liquid composting means that organic material is degraded under aerobic conditions. For sanitization, the blackwater needs to be treated together with energy-rich complementary material. A requirement for the sanitization in a liquid compost is that the substrate is energy rich, that the energy content is high enough and that the material is well dispersed and pumpable.

The aim of this master thesis has been to find appropriate complementary material for treating blackwater in the wet compost treatment plant located in Karby, Norrtälje municipality, Sweden. An inventory was made of the organic waste produced in Norrtälje municipality and two nearby municipalities. Samples of the organic waste were collected and analysed for dry matter (as an indicator of energy content), plant nutrients, heavy metals and biochemical oxygen demand (BOD<sub>7</sub>). The suitability and availability of different organic waste fractions as complementary material was decided upon analyses results, calculations of estimated amounts of organic waste as well as some assumptions.

Food waste is a relative clean fraction with a high energy content that would be a good complementary material for liquid composting. Fruit, vegetables and bread from stores are also clean fractions, but the availability is uncertain and depends on different factors. Based on results from this project, grease from grease trap is an uncertain fraction that is not recommended for complementary material for the liquid compost.

The results show that Norrtälje municipality has enough organic waste to make it possible to use the whole capacity of the liquid compost plant in the future and to treat larger quantities of blackwater than today. The quantities of blackwater that can be treated are uncertain because a number of assumptions have been made and also because availability varies between different fractions of organic waste. Before it will be possible to add new organic waste fractions and more black water into the liquid compost plant, some kind of pretreatment plant is needed.

**Keywords:** Wet composting, blackwater, complementary material, energy content, organic wastes, plant nutrients.

*Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU),  
Ulls väg 30A, SE-75651 Uppsala, Sverige*

ISSN 1401-5765

## FÖRORD

Detta examensarbete utgör avslutningen på civilingenjörsutbildningen i Miljö- och vattenteknik vid Uppsala Universitet. Omfattningen är 30 högskolepoäng. Arbetet har utförts på JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik tillsammans med CIT Urban Water Management AB och är ett uppdrag åt Norrtälje kommun. Ola Palm på JTI har varit handledare för examensarbetet.

Jag vill framförallt tacka min handledare Ola Palm, JTI, för din vägledning i arbetet och all tid du lagt ner på mig. Tack även till Erik Kärrman på Urban Water Management för idéer och synpunkter under arbetets gång. Jag också rikta stort tack till min ämnesgranskare Håkan Jönsson, Institutionen för energi och teknik på Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), för hjälp med utformning av rapporten.

Slutligen vill jag tacka Anders Ringmar på JTI för hjälp med malning av allt insamlat matavfall. Tack även till Lännaskolan, Lommarskolan, Roden gymnasium, ICA Supermarket Kryddan, Coop Nära Grind, Eckerölinjen och Ragn-Sells. Utan er hade analyserna inte varit genomförbara.

Uppsala, mars 2011

Emelie Ljung

## POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Utsläpp av otillräckligt renat avloppsvatten från enskilda avlopp till sjöar, vattendrag och kustområden kan orsaka både miljö- och hälsoproblem så som övergödning, syrebrist och smittspridning. I Sverige finns cirka 750 000 enskilda avloppsanläggningar och endast drygt hälften av dessa uppfyller miljöbalkens reningskrav. Källsorterat klosettwater, vilket består av urin, fekalier, toalettpapper och spolwater, innehåller stora mängder växtnäringssämnen och små mängder tungmetaller och är därför en växtnäringssresurs. Genom att behandla klosettwater med rätt metod kan man återföra växtnäringen till jordbruket och sluta kretsloppet av näringssämnen. Separat uppsamling av källsorterat klosettwater möjliggör behandling av fraktionen genom olika hygieniseringsmetoder.

Våtkompostering är en hygieniseringsmetod som innebär att pumpbart organiskt material, till exempel klosettwater, bryts ner under syrerika förhållanden. Då materialet utsätts för tillräckligt hög temperatur under tillräckligt lång tid hygieniseras materialet, vilket innebär att sjukdomsframkallande mikroorganismer dör. För att hygienisering ska uppnås krävs dock ett visst energiinnehåll i materialet, varför andra energirika organiska material, så kallade komplementmaterial, måste sättas till klosettwater vid behandling genom våtkompostering.

Norrtälje kommun uppförde år 2004 en våtkomposteringsanläggning för att behandla källsorterat klosettwater i kommunen. Idag tillsätts latrin som energirikt material till klosettwater, men för att utnyttja hela kapaciteten i våtkomposten krävs mer organiskt komplementmaterial. För att möjliggöra behandling av större mängder klosettwater och utnyttjandet av hela anläggningens kapacitet har i detta projekt Norrtälje kommun och två närliggande Stockholmskommuner inventerats på organiskt avfall från olika verksamheter. Utvalda verksamheters organiska avfall samlades sedan in för undersökning av dess lämplighet som komplementmaterial till klosettwater.

Organiska restprodukter förekommer i Norrtälje kommun framför allt i form av matavfall från storkök och restauranger samt från livsmedelsbutiker. Matavfall från tre skolkök, en restaurang och från Ålandsfärjan Eckerölinjen samt frukt, grönt och bröd från två mindre livsmedelsbutiker samlades in för provtagning i projektet. Även fett från fettavskiljare provtogs. Efter insamling plockades de olika matavfallsfraktionerna igenom för att se variationen hos matavfallet och vilka mängder önskat material (oorganiskt material) som förekom. Därefter maldes det organiska avfallet för att få så representativa prover som möjligt att analysera. Insamlade prover skickades sedan iväg för analys av energi-, växtnäringss- och tungmetallinnehåll. Analyserna utfördes av laboratoriet Eurofins Environment. Analysvärden utvärderades sedan mot gällande gränsvärden för avloppsslam och mot nya föreslagna gränsvärden för avloppsfraktioner.

Resultaten från plockanalyser visar att både matavfall och frukt, grönt och bröd är relativt rena fraktioner, men att icke organiska material förkommer i form av till exempel felsorterade bestick i matsalsavfall. Analysresultaten visade att matavfall har ett mycket högre energiinnehåll än latrin och att innehållet av tungmetaller är litet och ligger under

gränsvärdena för spridning av avloppsslam. Även frukt, grönt och bröd låg under gränsvärdena.

Utifrån inventeringsresultat och beräkningar uppskattades mängderna av de olika organiska avfallen som förekommer i Norrtälje kommun och utifrån uppskattade mängder beräknades sedan hur mycket klosettwater som i framtiden skulle kunna behandlas genom våtkompostering. Resultaten visar att om allt funnet komplementmaterial i Norrtälje kommun skulle våtkomposteras skulle cirka 5000 m<sup>3</sup> klosettwater kunna behandlas per år. Detta är en stor ökning jämfört med cirka 700 m<sup>3</sup> som behandlades år 2009. Men tillgängligheten för olika avfallsslag varierar, bland annat på grund av nuvarande avtal, vilket pris och helhetslösning som verksamheten erbjuder. Samtidigt är det många olika faktorer som påverkar den behandlingsbara mängden klosettwater och många antaganden har gjorts. Detta resulterar i att resultaten i detta projekt gäller för det specifika fallet med antagna förutsättningar, men ger ändå en uppfattning vilka mängder komplementmaterial som finns och vilka ungefärliga mängder klosettwater som skulle kunna behandlas i framtiden. Resultaten visar att det finns förutsättningar för att i framtiden behandla större mängder klosettwater än idag och för att utnyttja hela våtkompostanläggningens kapacitet.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1. INLEDNING .....</b>	<b>1</b>
1.1. SYFTE .....	3
1.2. AVGRÄNSNINGAR .....	3
<b>2. METODER.....</b>	<b>5</b>
2.1. LITTERATURSTUDIE .....	5
2.2. ANALYSMETODER.....	5
2.2.1. Torrsubstans och organiskt innehåll.....	5
2.2.2. Växtnäringsämnen, tungmetallinnehåll och BOD <sub>7</sub> .....	6
2.3. INVENTERING AV ORGANISKA RESTPRODUKTER .....	6
2.4. UTREDNING.....	7
2.5. PROVTAGNING: INSAMLING, PLOCKANALYS OCH MALNING .....	7
2.5.1. Storkök .....	9
2.5.2. Livsmedelsbutiker .....	9
2.5.3. Matavfall och fritureolja från Ålandsfärja .....	9
2.5.4. Fett från fettavskiljare .....	10
2.6. ANALYS AV PROVER .....	10
2.7. BERÄKNINGAR .....	11
2.7.1. Totala mängder matavfall utifrån nyckeltal .....	11
2.7.2. Behandlingsbar mängd klosettvattnen utifrån funnet komplementmaterial.....	12
2.7.3. Tolkning av analysresultat .....	13
<b>3. VÅTKOMPOSTERING.....</b>	<b>14</b>
3.1. ALLMÄNT OM VÅTKOMPOSTERING.....	14
3.1.1. Behandlingsmetod .....	14
3.1.2. Anläggning och process .....	15
3.1.3. Behandlingsbart material.....	17
3.1.4. Parametrar som korrelerar med energiutveckling .....	18
3.2. GÄLLANDE REGELVERK.....	19
3.2.1. Behandling .....	19
3.2.2. Användning .....	22
3.2.3. Certifiering .....	24
3.3. KARBY VÅTKOMPOSTANLÄGGNING, NORRTÄLJE KOMMUN .....	25
3.3.1. Karby våtkomposteringsanläggning.....	26
3.3.2. Tillstånd och villkor för verksamheten .....	29
<b>4. RESULTAT .....</b>	<b>30</b>
4.1. INVENTERING, UTREDNING, PROVTAGNING .....	30
4.1.1. Storkök .....	30
4.1.2. Livsmedelsbutiker .....	31
4.1.3. Övriga verksamheter .....	33
4.1.4. Fett från fettavskiljare .....	33
4.1.5. Hushåll .....	34
4.1.6. Komplementmaterial i Karby våtkomposteringsanläggning.....	34
4.2. ANALYSRESULTAT.....	35



4.2.1.	Tidigare analysresultat för klosettatten och latrin .....	36
4.3.	BERÄKNINGAR .....	37
4.3.1.	Mängder komplementmaterial och behandlingsbart klosettatten.....	37
4.3.2.	Tolkning av analysresultat .....	39
<b>5.</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>43</b>
5.1.	ANALYS .....	43
5.1.1.	Tolkning av analysresultat .....	43
5.1.2.	Bestämning av energiinnehåll .....	45
5.1.3.	Representativa resultat .....	45
5.2.	LÄMPLIGHET.....	46
5.2.1.	Komplementmaterial.....	46
5.2.2.	Behandlingsavgift.....	47
5.3.	BEHANDLINGSBAR MÄNGD KLOSETTVATTEN.....	48
5.3.1.	Påverkande faktorer.....	48
5.3.2.	Kapacitet i Karby .....	51
<b>6.</b>	<b>SLUTSATSER.....</b>	<b>53</b>
<b>7.</b>	<b>REFERENSER.....</b>	<b>54</b>
7.1.	PERSONLIG KOMMUNIKATION .....	58

# 1. INLEDNING

Utbyggnaden av avloppssystem i Sverige har pågått sedan slutet på 1800-talet. Till en början var utbyggnaden begränsad till stora städer och gjordes med tanke på hygieniska skäl. Detta orsakade föroreningsproblem så som övergödning i sjöar, vattendrag och kustområden. År 1940 fanns det bara 15 reningsverk i Sverige, men utbyggnaden av de kommunala reningsverken tog fart under 1970-talet och det resulterade snabbt i renare sjöar och vattendrag. Landets enskilda avloppsanläggningar är dock fortfarande en stor källa till övergödande ämnen i sjöar och hav (Naturvårdsverket, 2008a).

Avloppsvatten från Sveriges tätorter tas nästan uteslutande omhand av kommunala avloppsreningsverk, vilka betjänar cirka 85 procent av Sveriges befolkning. I avloppsreningsverken genomgår ungefär 95 procent av vattnet både biologisk och kemisk rening. Extra kväverening utförs även på drygt hälften av det vattnet som genomgår kommunal avloppsrening (Naturvårdsverket, 2010a). I glesbebyggda områden saknar dock hushållen ofta anslutning till kommunala avloppsreningsverk. De har istället enskilda avloppsanläggningar av olika slag. I Sverige finns det cirka 750 000 enskilda avloppsanläggningar (Naturvårdsverket, 2008b). Reningsgraden hos de enskilda avloppen är varierande. Enligt Naturvårdsverket (2010a) har enkätundersökningar visat endast 60 procent av hushållen med enskilt avlopp uppfyller miljöbalkens krav på rening. Detta bidrar till att flödena av kväve och fosfor till recipienten, sjöar, vattendrag och kustområden, ökar.

Otillräckligt renat avloppsvatten från enskilda avlopp kan orsaka både miljö- och hälsoproblem, så som övergödning, syrebrist och smittspridning. För höga halter fosfor ökar risken för övergödning och kan leda till syrebrist, vilket i sin tur kan orsaka död av bottendjur och fisk. Avloppsvattnet från hushåll innehåller även bakterier, virus och parasiter. Vissa av dessa är patogena<sup>1</sup>, vilket innebär att de kan orsaka sjukdom (JTI, 2003).

Avloppsvatten, bestående av fraktionerna klosettatten och BDT-vatten, är inte bara ett problem utan också en växtnäringsresurs. Klosettatten, som består av urin, fekalier, toalettpapper och spolvatten, innehåller stora mängder växtnäringsämnen (särskilt kväve, fosfor, kalium och svavel) och endast små mängder oönskade ämnen så som tungmetaller (JTI, 2008). BDT-vatten består av bad-, disk- och tvättvatten. Dessa båda fraktioner kan behandlas med en gemensam lösning eller med separata lösningar (JTI, 2003).

Vid skörd av odlingsmarken lämnar en stor mängd växtnäringsämnen jordbruket. Denna förlust av näring behöver kompenseras, och detta kan ske genom tillsats av mineralgödsel eller genom återföring av växtnäring (Jönsson m.fl., 2003). Klosettatten är en ren fraktion som kan återföras till jordbruket och sluta kretsloppet av växtnäringsämnen, men i dagsläget är det endast en bråkdel av växtnäringen från klosettattent som återförs. Orsaken till detta är att fraktionen vanligtvis behandlas, och förorenas, i reningsverk där den blandas med BDT- och industriavloppsvatten (Vinnerås, 2005). Slutprodukten blir slam med totalt sett lite växtnäring och mycket tungmetaller jämfört med rent källsorterat klosettatten (Jönsson m.fl., 2003).

---

<sup>1</sup> Patogena mikroorganismer (patogener) är sjukdomsframkallande mikroorganismer.

Ett sätt att återföra växtnäring till jordbruket är genom separat uppsamling och behandling av klosettvattnet, så kallad klosettattenbehandling (JTI, 2008). Sluten tank är ett system för att samla upp hushållets källsorterade klosettatten och det är vanligt bland enskilda avloppsanläggningar (Vinnerås, 2005). Uppsamlat klosettatten transporteras sedan vidare till en behandlingsanläggning, så som reningsverk eller hygieniseringsanläggning. Vid behandling i kretsloppssyfte, med mål att sprida slutprodukten på åkermark, krävs att källsorterat klosettatten behandlas separat och ej förorenas av mindre rena fraktioner samt att det genomgår hygienisering (Avloppsguiden, 2010a). Hygienisering innebär att patogener i materialet reduceras eller avdödas genom att utsättas för extrema förhållanden som skadar deras livsfunktion. Faktorer som kan påverka livsfunktionen är bland annat höga temperaturer, kemiska miljöer som bidrar till en pH-ökning, torka, strålning och näringsbrist. En tillräckligt hygieniserad slutprodukt kan anses säker ur smittskyddssynpunkt (Avfall Sverige, 2007). Våtkompostering, ureahygienisering, kalkbehandling, långtidslagring och rötning är alla exempel på hygieniseringsmetoder.

Våtkompostering och rötning är två biologiska behandlingsmetoder medan urea- och kalkbehandling är kemiska behandlingsmetoder. Kemiska behandlingsmetoder innebär att mikroorganismerna utsätts för en toxisk påverkan, antingen genom extrema förändringar i pH-värdet och/eller genom tillsats av toxiska ämnen. Vid biologiska behandlingsmetoder är det förhållandet mellan temperatur och tid som påverkar reduktionen av mikroorganismer, samtidigt som lättillgänglig energi bryts ner och materialet stabiliseras. Stabiliserat material minskar risken för återväxt av patogener (Avfall Sverige, 2007).

Våtkompostering är den behandlingsmetod som Norrtälje kommun har valt för att behandla och hygienisera källsorterat klosettatten. Norrtälje kommun är den kommun i Sverige som flest fastigheter utan kommunal vatten- och avloppsförsörjning i Sverige (Norrtälje kommun, 2006). Totalt är omkring 40 000 fastigheter i kommunen inte anslutna till kommunal vatten- och avloppsförsörjning utan använder sig av olika typer av enskilda avloppsanläggningar. Cirka 4 000 av dessa har sluten tank för uppsamling av källsorterat klosettatten (Eveborn m.fl., 2007).

Våtkompostering innebär att pumpbart organiskt material, till exempel klosettatten, bryts ner under aeroba förhållanden. Energin i materialet omvandlas till värme som stabiliserar materialet och som hygieniserar det om temperaturen blir tillräckligt hög under tillräckligt lång tid. Rötning innebär att den lättillgängliga energin i organiskt material omvandlas till koldioxid och energirik metangas, så kallad biogas. Rötningprocessen sker under anaeroba förhållanden (Malmén, 2005).

En styrka med våtkompostering är att det idag finns fungerande anläggningar i drift i Sverige och att det finns krav för hygieniseringsprocessen (Eveborn & Palm, pers. medd.). Samma argument gäller även för rötning. Båda metoderna ställer också ungefär samma krav på substratet, att det har en torrsubstanshalt<sup>2</sup>, TS-halt, på cirka 3 %. Några skillnader mellan dem är att våtkompostprocessen kräver elenergi för drift av luftare men å andra sidan producerar den tillräckligt med värme för att uppnå hygienisering om substratet har tillräckligt mycket

---

<sup>2</sup> Torrsubstanshalt är den mängd av materialet som återstår efter fullständig torkning (se avsnitt 3.1.4.).

lättillgänglig energi. Röttningsprocessen, däremot, producerar biogas som kan användas för att producera till exempel elenergi, men behöver extern värme för hygienisering och uppvärmning av processen (Jönsson, pers. medd.). Eftersom investeringskostnaden för en röttningsanläggning är större, är rötning av intresse främst för större samhällen medan våtkompostering med fördel kan användas även i små samhällen där det ej finns tillräckligt med material för en stor biogasanläggning. Att uppföra en våtkomposteringsanläggning i mindre samhällen sparar långa transporter av avfall och kan därför vara mer miljövänligt och ekonomiskt försvarbart (Palm, pers. medd.). En annan fördel med våtkompostering är att materialet, förutom att hygieniseras, även stabiliseras under behandlingen vilket kan minska eventuella luktproblem och återväxt av patogener (Eveborn & Palm, pers. medd.). Processen är relativt energikrävande och det finns potential för utveckling och energieffektivisering. En svaghet med metoden är att substratet måste ha ett visst energiinnehåll, samtidigt som kunskapen om metoder för att bestämma substratets energiutveckling under processen behöver utvecklas (Eveborn & Palm, pers. medd.).

Det finns flera publikationer om våtkompostering, framförallt rapporter från JTI -Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Det finns även några studier gjorda på Karby våtkomposteringsanläggning i Norrtälje. Malmén (2005) informerar kort om våtkomposteringstekniken och metoden i allmänhet, samt tar upp tre exempel på befintliga våtkomposteringsanläggningar. Eveborn m.fl. (2007) redovisar en utvärdering av Karby våtkomposteringsanläggning som genomfördes mellan år 2004 och 2006. Bland annat tas faktorer som är avgörande för driften upp och en av slutsatserna är att insamlingen av material är en viktig och känslig del av systemet. I rapporten presenteras också kvaliteten på behandlingsbart material som testats i anläggningen. Energiinnehållet i klosettwater konstateras vara för lågt varför tillsats av energirika komplementmaterial krävs. Holm m.fl. (2009) delar med sig av kunskap om latrin som komplementmaterial. I rapporten undersöks också hur olika parametrar korrelerar mot energiutvecklingen vid behandlingen, bland annat testades parametrarna torrsubstans och biokemisk syreförbrukning (Biochemical Oxygen Demand, BOD).

### **1.1. SYFTE**

Syftet med detta examensarbete var att hitta lämpligt komplementmaterial att sätta till klosettwater som kommer till våtkompostanläggningen i Karby, Norrtälje kommun. Målet var att kunna utnyttja hela kapaciteten i Karby våtkomposteringsanläggning och därmed omhänderta så stora mängder klosettwater från kommunens enskilda avlopp som möjligt. Komplementmaterialet som tillsätts skall ge en substratblandning med tillräcklig energi, en så bra gödselprodukt som möjligt att lägga på åkrarna och det skall dessutom helst vara ekonomiskt fördelaktigt att behandla.

### **1.2. AVGRÄNSNINGAR**

Den geografiska avgränsningen för sökandet av komplementmaterial till Karby våtkompostanläggning sträckte sig i första hand till Norrtälje kommun, vilken inventerades noggrant. De två närliggande kommunerna Österåker och Vallentuna inventerades översiktligt

och valdes efter kriteriet att de ligger i närområdet och att det kan finnas potential för transport av organiskt avfall till Norrtälje.

Tänkbara komplementmaterial avgränsades till att innefatta substrat som verksamheterna idag inte tjänar pengar på, då det ska vara möjligt att ta ut en behandlingsavgift för komplementmaterialet. En förutsättning för att tänkbart substrat skulle kunna analyseras i examensarbetet var att verksamheterna hade tid och intresse av att bidra med såväl information som organiskt material till analyserna.

Analyserna begränsades av ekonomiska aspekter, mängd insamlat material och tidsramen för examensarbetet.

## 2. METODER

Arbetet inleddes med en litteraturstudie om våtkompostering som process, gällande regelverk och Karby våtkomposteringsanläggning i Norrtälje. Platsbesök vid Karby våtkomposteringsanläggning gjordes för att öka förståelsen om processen våtkompostering och anläggning i Karby. Verksamheter med organiska restprodukter kontaktades för information, varefter utvalda verksamheter besöktes för att få en uppskattning av mängder och för att kunna planera kommande provtagning. Provtagningen utfördes under oktober och november år 2010 och innefattade insamling, plockanalysering och malning. Därefter analyserades provtagna fraktioner och analysresultaten utvärderades. Slutligen utfördes vissa beräkningar, bland annat mängden klosettavatten som kan behandlas utifrån funnet komplementmaterial.

### 2.1. LITTERATURSTUDIE

Innan arbetet med att inventera och provta organiska restprodukter påbörjades gjordes en litteraturstudie för att få en ordentlig förståelse av våtkompostering som process och vilka krav som ställs på behandlingsbart material. Därefter riktades förståelsen in på Karby våtkomposteringsanläggning. Litteraturstudien omfattade även regler och regelverk som gäller vid våtkompostering, däribland gränsvärden vid spridning och Animaliska biproduktsförordningen.

### 2.2. ANALYSMETODER

#### 2.2.1. Torrsubstans och organiskt innehåll

Alla fraktioner som ingår i projektet analyserades gällande torrsubstanshalt och organiskt innehåll, totalt tre analysprover per fraktion. Varje fraktion blandades och lades under två till tre omgångar i respektive aluminiumform. Provvikterna noterades och proverna placerades i en ugn i 105 °C. För proverna innehållande fett från fettavskiljare höjdes temperaturen stegvis. Efter cirka 24 timmars torkning placerades proverna i en exikator innan vägning, varefter de återigen placerades i en exikator i väntan på analys av organiskt innehåll. I förbränningsugnen, som användes för analysering av organiskt innehåll, utsattes de för stegvis temperaturökning upp till 550 °C. Förbränningen i 550 °C pågick i minst fyra timmar. Vikten på proverna noterades efter avsvälning i exikator. Slutligen beräknades TS- och VS-halten enligt ekvation 2.1 och 2.2.

$$TS [\% \text{ av prov}] = \frac{(tara+torr)-tara}{(tara+prov)-tara} = \frac{torrvikt}{våtvikt} \quad (2.1)$$

Där:

$TS$  = torrsubstanshalt [% av prov]

$torr$  = vikt efter torkning i 105 °C (torrvikt) [g]

$prov$  = vikt innan torkning (våtvikt) [g]

$tara$  = vikt aluminiumform [g]

$$VS [\% \text{ av } TS] = \frac{(tara+torr)-(tara+aska)}{(tara+torr)-tara} = \frac{torrvikt-askvikt}{torrvikt} \quad (2.2)$$

Där:

$VS$  = organisk substans [% av  $TS$ ]

$aska$  = vikt efter förbränning i 550 °C ( $askvikt$ ) [g]

### 2.2.2. Växtnäringsämnen, tungmetallinnehåll och $BOD_7$

Proverna för analys av växtnäring, tungmetaller,  $BOD_7$ <sup>3</sup> och fetthinnehåll skickades till Eurofins Environment Sweden AB i Lidköping. För analys av växtnäringsämnen och tungmetaller användes analyspaket anpassade till SPCR 152 (Certifieringsregler för Kompost). De växtnäringsämnen som analyserades var totalkväve (tot-N), totalfosfor (tot-P), kalium (K), magnesium (Mg), kalcium (Ca) och svavel (S). De tungmetaller som analyserades var kadmium (Cd), krom (Cr), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), nickel (Ni), bly (Pb) och zink (Zn). För att analysera  $BOD_7$  på valda fraktioner krävdes att substratet suspenderades i vatten, varefter analysresultatet räknades om till ursprungsmaterialet.

### 2.3. INVENTERING AV ORGANISKA RESTPRODUKTER

För att hitta ett bra komplementmaterial att sätta till våtkomposten i Karby måste verksamheter i Norrtäljeområdet som kan ha större mängder avfall identifieras. Utifrån Norrtälje kommuns gällande föreskrifter om avfallshantering (Norrtälje kommun, 2009) erhöles information om vilka verksamhetsavfallstyper som kommunen ansvarar för. Renhållningsavdelningen på Teknik och service på Norrtälje kommun kontaktades för information om intressant avfall som omfattas av kommunalt ansvar, så som hushållsavfall och fett från fettavskiljare. Livsmedelsenheten på Bygg- och miljökontoret på Norrtälje kommun kontaktades för information om vilka verksamheter som behandlar större mängder livsmedel. Även självständig sökning av organiska restprodukter som uppkommer i kommunen genomfördes. De identifierade verksamheterna kontaktades för information om vilka organiska restprodukter och i vilken mängd dessa förekommer. Inventeringen samlade framförallt information om den nuvarande avfallshanteringen, om de i dagsläget källsorterar det organiska avfallet, vilken typ av organiska restprodukter som förekommer och vilken organisk avfallsmängd de har. Kontakten togs i majoriteten av fallen via telefonsamtal, men i undantagsfall sköttes kontakten även via epost.

I förhoppning om att hitta fler verksamheter med större organiska avfallsmängder utökades inventeringsområdet i efterhand till Österåkers- och Vallentunas kommun. Roslagsvatten AB kontaktades för information om hushållsavfallshanteringen i Österåkers kommun och för samma information gällande Vallentuna kommun kontaktades Samhällsbyggnadsförvaltningen på Vallentuna kommun. De två kommunernas respektive avdelning för tillsyn över verksamheter som hanterar livsmedel bistod med information över dessa. Självständig sökning av andra aktörer med organiskt avfall utfördes också.

---

<sup>3</sup>  $BOD_7$  är den biokemiska syreförbrukningen under sju dygn.

Relevant information från samtal med de identifierade verksamheterna sammanställdes för tydlig översikt. Listningen innehåller framförallt information om följande:

- Sortering av organiskt avfall
- Avfallstyp
- Uppskattad avfallsmängd (av angiven avfallstyp)

Uppdelningen av verksamhetstyper är storkök, livsmedelsbutiker, övriga verksamheter, fett från fettavskiljare och hushåll. De olika typer av organiskt avfall som inventerades var:

- Matavfall från hushåll
- Matavfall från storkök (restauranger, skolor, sjukvård)
- Matavfall från Ålandsfärjor
- Organiskt avfall från livsmedelsbutiker
- Organiskt avfall från livsmedelsindustri/grossister
- Fett från fettavskiljare
- Frityrfett

#### **2.4. UTREDNING**

Några verksamheter valdes ut för en mer omfattande utredning. Det var framförallt önskan om variation på substrat, möjlighet till examensarbetets genomförande och bedömningen av aktörernas inställning till projektet som styrde valet. Informationen samlades in genom telefonsamtal och studiebesök hos verksamheterna. Studiebesöken innefattade möte med personal och betraktande av verksamhetens avfall och hantering (kärl, mängd och förvaring). Utifrån intryck från studiebesök och beroende på möjlighet till provtagning och substratvariation valdes verksamheterna för provtagning ut.

#### **2.5. PROVTAGNING: INSAMLING, PLOCKANALYS OCH MALNING**

Uppdelat på fyra olika provtagningstillfällen hämtades organiskt avfall från de verksamheter som valts ut. Mängden avfall som samlades in beror på typ av verksamhet och tidsperiod för insamlingen. Insamlat matavfall och livsmedelsavfall vägdes och plockanalyserades, varefter de olika fraktionerna maldes i en avfallskvarn och prover för analys togs ut. Proverna frystes i väntan på analys. Överblivet organiskt avfall lämnades till Uppsala Biogasanläggning. För frityrolja och fettavskiljarslam samlades enbart prover för analys in.

Plockanalys innebär att allt insamlat avfall noggrant plockas igenom för att hitta eventuellt oönskade fraktioner. Till oönskade fraktioner hör allt som inte räknas till organiskt avfall. Metoden genomfördes på ett inplastat bord och genomgången gjordes framför allt med händerna. De oönskade fraktionerna plockades åt sidan och rent organiskt material samlades i en sopsäck. Totala vikten för varje fraktion noterades. För vägning av organiskt avfall användes en våg med maxlast 100,00 kg och noggrannhet 0,01 kg (VETEK vågblock VB2-100-10). När allt matavfall från en verksamhet hade plocksorterats spolades bordet och hjälpmedel av för att inte blanda några rester mellan de olika fraktionerna. De plocksorterade organiska fraktionerna maldes var och en för sig i en kvarn av märket PALMIA (P 211-525). Tidigare studier visade att mat- och livsmedelsavfall fungerar bra att mala i kvarnen. Kvarnen



var försedd med en 5-ekrad hålskiva, följt av en 3-bladig kniv, 16 mm hålskiva, 3-bladig kniv och slutligen en 10 mm hålskiva och en lagring som håller alla delar på plats (figur 1).



*Figur 1. Kvarndelar som användes vid malning av matavfall i PAMLIA-kvarnen. På övre raden från vänster syns en 10 mm hålskiva, 5-ekrad hålskiva och yttersta lagringen som håller alla delar på plats. Nedre raden från vänster syns den första lagringen, två 3-bladiga knivar och slutligen en 16 mm hålskiva. Foto: Emelie Ljung*

Under malningen blandas fraktionen redan i mottagningstratten (figur 2), men för att verkligen få en ordentligt homogeniserad fraktion blandades den även runt med hjälp av större spadar efter malning. Totalt cirka tre liter provmaterial från respektive fraktion samlades in, uppdelat i två enliters behållare och två halvliters behållare. För att verkligen få ett representativt prov fylldes varje behållare med material taget från olika platser i provlådan. När kvarnen kördes med material från en ny fraktion avlägsnades allt material fram tills att ingen skiftning/förändring i materialet längre syntes. Proceduren upprepade sig för alla fraktioner från samtliga verksamheter.



*Figur 2. Malning av matavfall från skolkök i kvarnen PALMIA. Till vänster obehandlat matavfall i mottagningstratten, till höger malt material. Foto: Emelie Ljung*

### **2.5.1. Storkök**

För de fyra storköken Lännaskolan, Roden gymnasium, Lommarskolan och Cullinar kök och catering samlades matavfall från tre på varandra följande dagar in. Storköken, som vanligtvis inte har någon sortering av organiskt avfall, samlade under de tre dagarna allt sitt organiska matavfall i separata sopsäckar. Matavfallet förvarades i kylrum till eftermiddagen dag tre (alternativt morgon dag fyra) då de hämtades och transporteras till Uppsala. Tanken var att matavfall från matsal respektive restaurang skulle separeras från matavfall från kök, och att båda dessa fraktioner skulle sparas dagsvis i separata sopsäckar. Hanteringen och separering av organiska avfallet under dessa tre dagar varierade dock mellan de olika storköken, varför analysproverna togs ut utan uppdelning mellan köksavfall och matsalsavfall. Resultatet blev fyra olika organiska fraktioner.

Fraktioner för analys:

- Lännaskolan
- Lommarskolan
- Roden gymnasium
- Cullinar kök och catering

### **2.5.2. Livsmedelsbutiker**

Sorterat organiskt avfall (frukt och grönt, bröd) hämtades från två livsmedelsbutiker i Norrtälje, ICA Supermarket Kryddan och Coop Nära Grind. Inga rutiner hade ändrats inför provtagningen utan butikerna hade sorterat avfallet som vanligt. Fraktionerna plockanalyserades kommande dag. För att inte brödfractionen skulle påverkas av de blötare fraktionernas rester maldes denna först. I övrigt skedde malningen och provinsamling på samma sätt som är beskrivet i inledningen av avsnitt 2.5..

Fraktioner för analys:

- ICA Frukt och grönt
- ICA Bröd
- Coop Frukt, grönt och bröd
- Fikabröd (ICA och Coop)

### **2.5.3. Matavfall och frityrolja från Ålandsfärja**

Från Ålandsfärjan Eckerölinjen hämtades sorterat matavfall från tillagningsköket. Färjan hade sorterat matavfallet enligt sina vanliga rutiner. Avfallet transporterades till Uppsala, där det vägdes, plockanalyserades och maldes kommande dag. Under plockanalyseringen delades avfallet upp i olika delfraktioner för att få en överblick över innehållets sammansättning, men de maldes sedan tillsammans som en fraktion. Samtidigt hämtades även cirka 0,5 liter frityrolja från Ålandsfärjan. Den svalnade mängden frityrolja frystes in kommande dag.

Fraktioner för analys:

- Eckerö tillagningskök
- Frityrolja

#### 2.5.4. Fett från fettavskiljare

Provtagningen av fett från fettavskiljare skedde i samband med att Ragn-Sells tömde sin tankbil vid Kungsängen reningsverk i Uppsala. Tanken var urspolad och innehöll fettavskiljarlam från tre restaurangverksamheter i Uppsala. Innan den normala tömningen till reningsverket tömdes en liten mängd fettavskiljarlam från tanken, uppskattad volym cirka 50 liter, direkt ner i en tunna. Slammet i tunnan blandades om med en lång skopa, varefter volymer togs upp med skopan och via en tratt fylldes respektive provtagningsbehållare. Provtill en behållare togs upp i flera omgångar från tunnan. Totalt fylldes sex behållare, två enliters och fyra halvliters. Insamlade provmängder förvarades i kylskåp två dagar innan de skickades för analys.

Fraktion för analys:

- Fett från fettavskiljare

#### 2.6. ANALYS AV PROVER

Alla fraktioner analyserades gällande TS- och VS-halt. Analyserna utfördes av författaren själv på Mikrobiologilaboratoriet, Genetikcentrum Uppsala, enligt beskrivning i avsnitt 2.2.1. (figur 3). Dagen innan analysering togs en liter av respektive fraktion fram ur frysen för upptining. Några av fraktionerna analyserades även för växtnäring- och tungmetallinnehåll, BOD<sub>7</sub> och fettinnehåll enligt analyschema i tabell 1. De senare nämnda analyserna utfördes av Eurofins Environment Sweden AB i Lidköping.

Tabell 1. Analyschema för de olika fraktionerna. Analys av TS- och VS-halt utfördes av författaren, medan analyser av BOD<sub>7</sub>, växtnäring, tungmetaller och fettinnehåll utfördes av Eurofins Environment Sweden AB

Prov/fraktion	TS	VS	BOD <sub>7</sub>	Växtnäring	Tungmetaller	Fett
Lännaskolan	x	x		x		
Lommarskolan	x	x		x		
Roden gymnasium	x	x	x	x	x	
Cullinar kök och catering	x	x	x	x	x	
Eckerö tillagningskök	x	x				
ICA Frukt, grönt	x	x	x	x		
ICA Bröd	x	x				
Coop Frukt, grönt, bröd	x	x				
Fikabröd (ICA + Coop)	x	x				
Frityrolja	x					
Fett från fettavskiljare	x	x		x	x	x



Figur 3. Analyserna av TS- och VS-halt gjord av författaren. Till vänster syns omblandningen av provmaterialet innan förbränning, i mitten förvaring i exikator och till höger vägning av prover efter förbränning. Foto: Emelie Ljung

## 2.7. BERÄKNINGAR

### 2.7.1. Totala mängder matavfall utifrån nyckeltal

En uppskattning av totala mängder matavfall som uppkommer från storkök och livsmedelsbutiker i kommunen beräknades utifrån nyckeltal i Svenska renhållningsverksföreningens rapport, RVF rapport 2006:07. Rapporten redovisar nyckeltal för matavfallsmängder från restauranger, storkök och butiker. Syftet med rapporten är att nyckeltalen ska kunna användas för bland annat planering av nya insamlingssystem (RVF, 2006). Nyckeltalen användes därför för att uppskatta de totala mängder matavfall från kommunens alla skolkök, övriga storkök (kriminalvården och tre stycken TioHundra), två restauranger och elva livsmedelsbutiker som uppkommer i Norrtälje kommun.

#### *Storkök och restauranger*

För uppskattning av mängden matavfall från skolkök användes antalet skolelever för att få en uppskattning om hur många portioner som dagligen produceras. För dessa siffror kontaktades utbildningskontoret på Norrtälje kommun, varefter typvärdet av nyckeltal för storkök från RVF (2006) användes. Samma nyckeltal användes för övriga storkök, medan typvärdet för nyckeltal för restauranger användes för restaurangerna.

För att uppskatta totala mängden matavfall som förväntas uppkomma i skolkök gjordes följande antaganden:

- Skolkök lagar mat 180 dagar/år (inkluderar ej helger och lovveckor).
- Matavfallsmängd: 0,06 kg/producerad portion (RVF, 2006).
- Antalet producerade portioner relateras till 90 % av antalet elever som går i förskolan, grundskolan och gymnasiet (siffror för antalet elever i kommunen kommer från kommunanställda).

För uppskattande av totala mängder matavfall som förväntas uppkomma i storkök och restauranger gjordes följande antaganden:

- Kriminalvård och sjukvård lagar mat 365 dagar/år.
- Matavfallsmängd: 0,06 kg/producerad portion för storkök och 0,3 kg/portion för restauranger (RVF, 2006).

### **Livsmedelsbutiker**

För en uppskattning av den mängd matavfall som uppkommer från livsmedelsbutiker användes RVF:s nyckeltal för butikens omsättning. Information om omsättningen för varje butik hittades på öppna webbplatser och det senaste resultatet användes. För att inte få en för stor avfallsmängd klassades, av författaren, troligen fler butiker än vad som egentligen borde som stormarknader. Denna klassning gjordes medvetet eftersom stormarknader har ett lägre nyckeltal än närbutiker och på så sätt undviks att få ett för stort värde på den möjliga avfallsmängden.

För uppskattande av totala mängder matavfall som förväntas uppkomma från livsmedelsbutiker gjordes följande antaganden:

- Avfallsmängd: 300 alt. 600 kg/Mkr omsatt för stormarknader alt. närbutiker (RVF, 2006).
- De flesta butiker klassas som stormarknader för att undvika orimligt stor avfallsmängd.

### **2.7.2. Behandlingsbar mängd klosettwater utifrån funnet komplementmaterial**

Utifrån uppskattade mängder komplementmaterial (inventerade och beräknade) som förekommer i Norrtälje kommun beräknades till slut hur mycket mer klosettwater som skulle kunna behandlas i våtkompostanläggningen vid en tillsats av detta. Beräkningarna gjordes för olika sammansättningar av funnet komplementmaterial och mängder, och dels med dagens tillgång på latrin och dels med minskad och helt utan tillgång på latrin.

För beräkningarna användes Microsoft Office programvara Excel. Först bestämdes mängden av olika komplementmaterial som skulle tillsättas, därefter kunde mängden klosettwater bestämmas under förutsättningen att TS-halten i slutblandningen antogs vara minst 3 % i genomsnitt sett till ett helt år. För dessa beräkningar användes ekvation 2.3.

$$\begin{aligned} TS\text{-halt i blandning } [\%] &= (TS\text{-halt klosettwater } [\%] \cdot \text{andel klosettwater i blandning}) \dots \\ &+ (TS\text{-halt } X_1 [\%] \cdot \text{andel } X_1 \text{ i blandning}) + (TS\text{-halt } X_2 [\%] \cdot \text{andel } X_2 \text{ i blandning}) \dots \\ &+ \dots + (TS\text{-halt } X_n [\%] \cdot \text{andel } X_n \text{ i blandning}) \end{aligned} \quad (2.3)$$

Där:

$X_{1,\dots,n}$  = komplementmaterial (t. ex. latrin, matavfall etc.)

TS-halt i blandning [% av våtvikt]  $\geq 3$  %

Den totala behandlingsmängden organiskt material (klosettwater och komplementmaterial) beräknades enligt ekvation 2.4.

$$\begin{aligned} Total\ behandlingsmängd [ton\ alt.\ m^3] &= Mängd\ klosettwater [ton\ alt.\ m^3] \dots \\ &+ Mängd\ X_1 [ton\ alt.\ m^3] + Mängd\ X_2 [ton\ alt.\ m^3] + \dots + Mängd\ X_n [ton\ alt.\ m^3] \end{aligned} \quad (2.4)$$

Där:

*Mängd klosettavatten [ton alt. m<sup>3</sup>] = Den sammanlagda mängd klosettavatten som kan behandlas utifrån de mängder av respektive komplementmaterial (X<sub>1,...,n</sub>) som tillsätts. Mängden bestäms utifrån beräkningar enligt ekvation 2.3.*

*Mängd X<sub>1,...,n</sub> [ton alt. m<sup>3</sup>] = Uppskattade mängder komplementmaterial från inventering och beräkningar utifrån nyckeltal.*

### **2.7.3. Tolkning av analysresultat**

Med utgångspunkt från analysresultat och gränsvärden (SJVFS 2010:55 och Naturvårdsverkets förslag till förordning) beräknades vilket ämne som dimensionerar spridningen och vilken spridningsareal som krävs för spridning av våtkompostsubstratet (slutblandningen).

#### ***Begränsande ämne och nödvändig spridningsareal***

Det ämne hos de analyserade fraktionerna som ställer krav på spridningen (begränsande ämne<sup>4</sup>) bestämdes efter beräkningar av nödvändig spridningsareal enligt ekvation 2.5. Den största spridningsarealen för respektive fraktion avgjorde vilket ämne som blev begränsande.

$$\text{Nödvändig spridningsareal [ha, år/ton]} = \frac{\text{Mängd [kg/ton]}}{\text{Gränsvärde [kg/ha, år]}} \quad (2.5)$$

Där:

$$\text{Mängd [kg/ton]} = \text{analysresultat [mg/kg TS]} \cdot \frac{1}{1000} \cdot \text{TS-halt [\%]} \quad (2.6)$$

Utifrån det begränsande ämnet och uppskattade mängder av funna komplementmaterial beräknades sedan den nödvändiga spridningsarealen sett till ett helt år med samma beräkningsmetodik som ovan. Klosettavattenmängden som användes vid dessa beräkningar bestämdes utifrån beräkningsmallen för totala mängder klosettavatten som kan behandlas (se avsnitt 2.7.2.).

#### ***Förhållande mellan kadmium och fosfor***

Förhållandet mellan kadmium (Cd) och fosfor (P), mg Cd/kg P, beräknades utifrån analysresultaten för respektive fraktion enligt ekvation 2.7.

$$\text{mg Cd/kg P} = \frac{\text{Cd [mg/ton]}}{\text{tot-P [kg/ton]}} \quad (2.7)$$

Där:

$$\text{Cd [mg/ton]} = \text{Cd [mg/kg TS]} \cdot 1000 \cdot \text{TS-halt [\%]} \quad (2.8)$$

---

<sup>4</sup> Begränsande ämne innebär det växtnäringämne eller den tungmetall som ställer krav på spridningen och därmed är dimensionerande för nödvändig spridningsareal vid spridning av våtkompostsubstratet. Det begränsande ämnet bestäms utifrån största spridningsarealen.

### 3. VÅTKOMPOSTERING

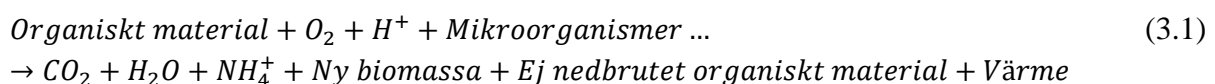
Våtkompostering är en behandlingsmetod som använder sig av pumpbart organiskt material och har till syfte att återföra växtnäring till jordbruket. Metoden innebär att organiskt material bryts ner under aeroba förhållanden och genomgår hygienisering (Malmén, 2005). För hygienisering av klosettavlopp krävs tillsats av energirik organiskt material, så kallat komplementmaterial. I Norrtälje kommun finns, sedan år 2004, en våtkomposteringsanläggning belägen i Karby. Karby våtkomposteringsanläggning behandlar i dagsläget framförallt klosettavlopp och latrin. Det finns idag inget regelverk som inkluderar klosettavlopp från slutna tankar. Däremot finns det reglering för slutprodukter som innehåller avloppsslam och Naturvårdsverket har tagit fram ett förslag på förordning för avloppsfraktioner som även inkluderar klosettavlopp.

#### 3.1. ALLMÄNT OM VÅTKOMPOSTERING

Våtkompostering innebär aerob termofil slamstabilisering, en metod som började utvecklas i slutet på 1960-talet. Under 1970-talet uppfördes flera fullskaleanläggningar och i början på 1990-talet hade Schweiz och Tyskland totalt 35 anläggningar som använde sig av aerob termofil slamstabilisering. Länder som Storbritannien, USA, Kanada, Sydafrika och Norge använde sig också av metoden (Norin, 1995). År 2005 fanns det fem våtkomposteringsanläggningar i Sverige, en av dessa var Karby våtkomposteringsanläggning i Norrtälje kommun (Malmén, 2005). Initialt behandlade våtkompostering framförallt avloppsslam från reningsverk, men idag är det vanligt att våtkomposteringsanläggningar byggs för att behandla klosettavlopp tillsammans med energirik organiskt avfall (Malmén & Palm, 2003).

##### 3.1.1. Behandlingsmetod

Energiinnehåll och syretillgång är de två faktorer som främst begränsar den bakteriella process som sker i en våtkomposteringsanläggning. Med tillräckligt energiinnehåll och tillräckligt syrerik miljö bryts det organiska materialet ner samtidigt som värme avges (Eveborn m.fl., 2007). Processen innebär att organiskt material oxideras till bland annat koldioxid och vatten samt att den energi som utvecklas avges som värme eller används till celluppbyggnad, ekvation 3.1 (Norin, 1995). Enzympåverkan bidrar till att organiskt material löses upp, ju högre temperatur desto snabbare sker upplösningen, varefter de lösta föreningarna oxideras med hjälp av mikroorganismerna som konsumerar syre (Norin, 1995).



Ammoniumkvävet ( $NH_4^+$ ) i ekvation 3.1 oxideras normalt inte vidare till nitratkväve i våtkompostprocessen (Norin, 1995).

I våtkomposteringsanläggningen genomgår materialet såväl hygienisering som stabilisering, under förutsättning att tillräcklig temperatur uppnås tillräckligt länge och utan påfyllning av nytt material. Hygienisering innebär att antalet patogena organismer reduceras och avdödas, vilket bidrar till att smittspridningsrisken från materialet minskar. Orsaken till att antalet patogena mikroorganismer reduceras är främst den temperaturhöjning som uppstår vid aerob nedbrytning, men även ett ökat pH-värde på över 9 kan påverka avdödningen (Eveborn m.fl.,

2007). Hygieniseringen ställer också krav på reaktorns omblandningsutrustning eftersom homogena förhållanden krävs (Norin, 1995). Såväl tiden som temperaturen påverkar avdödningen av patogena mikroorganismer. För att organiskt avfall som genomgår våtkompostering ska uppnå tillräcklig hygienisering bör det behandlas i minst 55 °C under minst 6 timmar och medeluppehållstiden bör vara minst 7 dygn (NFS, 2003). Stabilisering innebär att materialets lättillgängliga energi bryts ner. Med minskad energitillgång begränsas bakterietillväxten och risken för syrebrist minskar. Minskad risk för syrebrist innebär också minskad risk för luktproblem (Eveborn m.fl., 2007).

### **3.1.2. Anläggning och process**

#### ***Drift***

Våtkomposteringsprocessen kan drivas på två sätt, semi-kontinuerligt eller satsvis. Valet av driftsätt beror på de lokala förutsättningarna och vilken mängd som ska behandlas (Malmén, 2005). Enligt Norin (1995) är semi-kontinuerlig drift att föredra vid hygienisering. Semi-kontinuerlig drift innebär att reaktor hela tiden är fylld och att endast en del av reaktorvolymen byts ut med bestämda tidsmellanrum, vilket kallas en processcykel (Malmén, 1999). Under en processcykel skall temperaturen i reaktor öka så mycket så att materialet hygieniseras. Satsvis drift innebär att allt material i reaktor våtkomposteras och att hela reaktorvolymen byts ut samtidigt, det vill säga inget byte av material under driften (Malmén, 2005). Semi-kontinuerlig drift innebär en mindre temperaturvariation i reaktor än satsvis drift och att tiden för varje processcykel minskar. Semi-kontinuerlig drift innebär också att det finns aeroba bakterier i reaktor när en ny sats tillsätts (Malmén, 2005).

#### ***Anläggning***

En våtkompostanläggning består av ett förlager, en isolerad sluten reaktor och ett efterlager (för principskiss över anläggningen i Norrtälje se figur 6). Förlager och efterlager är vanligtvis täckta för att minimera kväveförluster till omgivningen. I förlagret förvaras råmaterial (obehandlat material) innan det pumpas in i reaktor där allt stannar under en hel processcykel. Reaktor är utrustad med en luftare som syresätter materialet. Många luftningsutrustningar bidrar också till effektiv omblandning i reaktor (Eveborn m.fl., 2007). För att motverka negativa effekter på grund av skumbildning är reaktor också utrustad med någon typ av skumkontroll. Det finns flera tekniker för skumkontroll, men ofta är den utformad som en roterande vinge eller kniv som slår sönder skummet (Norin, 1995). Genom luftningen av reaktor under processcykeln sker den temperaturhöjning som bidrar till stabilisering och hygienisering. I efterlagret förvaras våtkomposten (det färdigbehandlade materialet) tills det är dags att sprida ut gödseln på åkermark (Eveborn m.fl., 2007). En våtkomposteringsanläggning kan också vara utrustad med ett system för värmeväxling från reaktor/efterlager till förlagret. Värmeväxling innebär att energi från det färdigbehandlade materialet kan återvinnas genom att den används för att förvärma råmaterialet. Detta bidrar till att temperaturen i reaktor hålls uppe (värmeförlusterna minskar) och att processen effektiviseras (Eveborn m.fl., 2007).

Motorerna som driver omrörare och luftare kan antingen vara placerade utanför reaktor eller nedsänkta i materialet, det senare benämns vanligtvis dränkta maskiner. För dränkta motorer kan all den tillförda elenergin utnyttjas i reaktor eftersom den omvandlas till värme och



bidrar till temperaturhöjning av materialet. Negativt är dock att underhålls- och servicemöjligheter försämras med dränkta maskiner (Malmén, 2005).

### **Energi**

Behandling av material i en våtkomposteringsanläggning kräver tillskott av elenergi för att driva anläggningens luftare och pumpar. Mängden elenergi som behövs beror på det specifika fallet. En del av den tillförda elenergin kan samtidigt bidra till en temperaturhöjning hos materialet. Värme avges från motorer och friktionsenergi avgår från reaktorns luftare och omrörare (Malmén, 2005). På grund av värmeavgången från motorer kan det vara fördelaktigt med dränkta motorer, men detta måste vägas mot eventuella svårigheter som kan uppstå vid service (Palm, pers. medd.).

För att beskriva våtkompostprocessens energibehov används ofta en så kallad värmebalans. Värmebalansen är en energimodell som beskriver systemets in- och utflöde av energi. Energi från den biologiska nedbrytningen av organiskt material och friktionsenergi från reaktorns omrörare och luftare är den energi som tillförs systemet, medan den energi som lämnar systemet beror på temperaturhöjning på material och på förluster genom reaktorinneslutningen och med fuktig luft som avgår från reaktorn (Eveborn m.fl., 2007). Värmebalansen beskriven ovan åskådliggörs i ekvation 3.2 och i figur 4 (Norin, 1995).

$$E_{bio} + E_{friktion} = E_{slam} + E_{ledning} + E_{fukt} + E_{luft} \quad (3.2)$$

$E_{bio}$  = Energi från biologisk nedbrytning av organiskt material

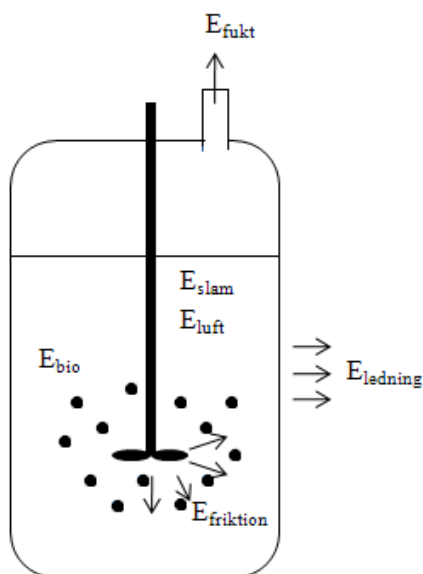
$E_{friktion}$  = Energi från friktionen från reaktorns omrörare

$E_{slam}$  = Energi som går åt för att höja temperaturen i materialet (Lagrad energi)

$E_{ledning}$  = Ledningsförluster från reaktorinneslutning

$E_{fukt}$  = Varm fuktig luft från reaktorns topp

$E_{luft}$  = Energi som går åt för att höja temperaturen hos inkommande luft



Figur 4. Principskiss över värmebalansen i en våtkompostreaktor enligt ekvation 3.2.

För att hygieniseringskraven ska uppnås i en våtkomposteringsanläggning krävs att ingående material har ett visst energiinnehåll. Detta energiinnehåll brukar benämnas som materialets kritiska energiinnehåll. Materialets kritiska energiinnehåll i en specifik anläggning beror på olika faktorer som påverkar anläggningens värmebalans, så som reaktorisolering, effektiviteten hos eventuell värmeväxlare, material- och utomhustemperatur. Genom att beräkna  $E_{bio}$  ur ekvation 3.2 kan materialets kritiska energiinnehåll bestämmas (Eveborn m.fl., 2007).

### **3.1.3. Behandlingsbart material**

Våtkompostering kan behandla olika typer av lättnedbrytbart organiskt material. För att nå ett tillräckligt stort energiinnehåll kan det vara fördelaktigt att blanda olika typer av material (Malmén, 2005). Förutom ett tillräckligt stort energiinnehåll krävs också att materialet är källsorterat, att det är pumpbart och att slutprodukten är en bra gödselprodukt att sprida på åkrar. För att uppnå det senare bör de gränsvärden angivna i regelverk följas (se avsnitt 3.2.2.). Viktigt är också att substratet följer kraven i EU-förordningen om animaliska biprodukter (EG nr 1774/2002). I avsnitt 3.2.1. finns mer information om vad som klassas som animaliska biprodukter och vilka regler som gäller.

Avfallsslag som kan behandlas i en våtkompostanläggning är (Malmén, 2005):

- Avloppsslam från avloppsreningsverk och trekammarbrunnar
- Fast- och flytgödsel
- Latrin
- Klosettwater (från snålspolande toaletter)
- Matavfall (från hushåll, storkök och restauranger)<sup>5</sup>
- Livsmedelsavfall (från grossister, handel och industri)<sup>5</sup>

#### ***Sönderdelat och pumpbart***

En förutsättning för att lättnedbrytbart organiskt material ska vara behandlingsbart i en våtkomposteringsanläggning är att materialet kan sönderdelas så att avfallet blir pumpbart. Sönderdelat material är mer tillgängligt för bakterierna att bryta ner och detta underlättar ur hygieniserings- och stabiliseringssynpunkt (Norin, 1996a). En annan förutsättning är att det sönderdelade materialet inte innehåller alltför stor andel av alltför lättsedimenterade partiklar, eftersom sedimenterade partiklar då kan minska reaktorns aktiva volym och kan sätta igen ledningar (Jönsson, pers. medd.).

#### ***Energiinnehåll***

Energiinnehåll hos organiskt avfall beskrivs vanligen i termer av materialets torrsubstanshalt (TS-halt) (se avsnitt 3.1.4.). Enligt Malmén (2005) bör det material som ska våtkomposteras ha en TS-halt på 2-10 %. Har materialet en TS-halt lägre än den nedre gränsen på 2 % är energiinnehållet för lågt för att materialet ska uppnå hygieniserande temperaturer. Förutom utebliven hygienisering bidrar låga TS-halter också till att växtnäringskoncentrationen blir för låg och att materialvolymen blir för stor (på grund av stor utspädning). Har materialet en TS-halt högre än den övre gränsen på 10 % försvåras syretillförseln och processen blir mer

---

<sup>5</sup> För animaliskt avfall gäller EU-förordningen EG nr 1774/2002 (se avsnitt 3.2.1.).

energikrävande (Malmén, 2005). Material med en TS-halt större än 10-15 % behöver ofta spädas för att de ska fungera i systemet och vara pumpbara. Det finns dock substrat som fungerar trots mycket hög TS-halt, till exempel fettrika substrat (Carlsson & Uldal, 2009).

#### **3.1.4. Parametrar som korrelerar med energiutveckling**

Nedbrytningen av organiskt material i substratet, genom biologisk aktivitet, ger energiutveckling (ekvation 3.1). Förutom torrsubstanshalt kan även mått som organiskt innehåll (VS), biokemisk syreförbrukning (BOD), kemisk syreförbrukning (COD) och totalt organiskt kol (TOC) användas för att korrelera innehållet av organiskt material till energiinnehållet hos ett material. Några av dessa metoder har diskuterats i tidigare studier, framför allt i Holm m.fl. (2009) där samband mellan utvecklad energi och förändringen av halterna TS, VS, BOD och COD studerades.

Torrsubstanshalten anger mängden av materialet som återstår efter fullständig torkning. Den bestäms genom att provet torkas i ugn vid 105 °C tills en konstant vikt uppnås (Eaton m.fl., 2005). Halten organiskt material i materialet speglar de biologiskt nedbrytbara föreningarna i materialet (Eveborn m.fl., 2007). VS-halten bestäms genom att bestämma glödförlusten hos materialet. Glödförlusten anger materialets innehåll av förbränningsbar substans och bestäms genom att det torkade provet glödgas vid 550 °C tills en konstant vikt uppnås (Eaton m.fl., 2005), vanligtvis minst 4 timmar (Ascue, pers. medd.). Biokemisk syreförbrukning är en analysmetod som mäter den mängd syre som mikroorganismer förbrukar under specifika förhållanden, det vill säga den mängd syre som utnyttjas för biokemisk nedbrytning av organiskt material under en viss tid (Eaton m.fl., 2005). Det finns många variationer av BOD-analyser med olika analysstid. Till exempel analyser av den mängd syre som förbrukats efter fem alternativt sju dagar (BOD<sub>5</sub> alternativt BOD<sub>7</sub>) eller det syre som förbrukats efter 60 till 90 dagar (Eaton m.fl., 2005). BOD<sub>7</sub> är den biokemiska syreförbrukningen under sju dygn och den brukar köras vid 20 +/- 0,2 °C (Ascue, pers. medd.). Kemisk syreförbrukning är ett mått på den mängd syre som krävs för fullständig oxidation av en viss mängd organiskt material (Carlsson & Uldal, 2009). I Eaton m.fl. (2005) definieras COD som ”mängden av ett specifikt oxidationsmedel som reagerar med provet under specifika förhållanden”. Summan av förbrukat oxidationsmedel översätts sedan till att beskriva syreförbrukning. Totalt organiskt kol är ett mått på innehållet av organiskt kol i materialet (Eaton m.fl., 2005).

Att bestämma energiutvecklingen i våtkompost har visat sig vara svårt. I Eveborn m.fl. (2007) har ett samband för hur det kritiska energiinnehållet varierar med yttre faktorer tagits fram för Karby våtkomposteringsanläggning i Norrtälje. Energiinnehållet redovisas som materialets TS-halt, trots att det finns en viss osäkerhet kring relationen mellan TS-halt och energiinnehåll. En av anledningarna till att TS används är att den är lätt att bestämma och att den alltid relateras till andelen prov (Eveborn m.fl., 2007). I studien av Holm m.fl. (2009) visade sig BOD vara den parameter som korrelerade bäst mot energiutveckling hos behandlat material. Trots detta rekommenderas TS-halten att användas som styrparameter, men i framtiden önskas dock en säkrare metod för bestämning av ett materials potentiella energiutveckling vid våtkompostering (Holm m.fl., 2009).

## 3.2. GÄLLANDE REGELVERK

Flera regelverk och riktlinjer bör tas hänsyn till vid våtkompostering av klosettatten och komplementmaterial. Krav och begränsningar ställs på behandlingsbart material, på temperatur och tid under behandling och på spridningen av våtkompost. Vid spridning bör hänsyn tas till mängden växtnäring och tungmetaller i såväl våtkomposten som i marken.

Det finns i dagsläget inget regelverk där klosettatten från slutna tankar inkluderas när det gäller spridning av slutprodukten (Gårdstam, pers. medd.). Däremot finns det reglering för slutprodukter som innehåller avloppsslam, men klosettatten från slutna tankar inkluderas inte i definitionen av avloppsslam<sup>6</sup> och omfattas därför inte formellt av dessa regler (Gårdstam, pers. medd.). Naturvårdsverket har tagit fram ett förslag på förordning som ska omfatta användningen av olika avloppsfraktioner. I definitionen för avloppsfraktioner<sup>7</sup> inkluderas även klosettatten från slutna tankar (Gårdstam, pers. medd.). Detta nya förslag är en följd av Naturvårdsverkets revidering av rapport 5214, *Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp*. Förslaget datum om ikraftträdande av den nya förordningen är den 1 januari 2012 (Naturvårdsverket, 2010c), men det är inget som är säkert. Om denna lagstiftning antas finns i framtiden ett regelverk som inkluderar även klosettatten. Tills vidare kan regelverk och gränsvärden för avloppsslam användas som riktlinjer för våtkompostering av klosettatten.

### 3.2.1. Behandling

I Naturvårdsverkets författningssamling (NFS) finns Naturvårdsverkets allmänna råd om metoder för yrkesmässig lagring, rötning och kompostering av avfall, NFS 2003:15. Där finns bland annat hygieniseringskrav för våtkomposteringsprocessen. I Naturvårdsverkets förslag till förordning för användning av avloppsfraktioner (Naturvårdsverket, 2010b) finns ett nytt förslag för hur kraven på hygienisering ska uppfyllas. För behandling av animaliskt avfall finns särskilda restriktioner enligt EU förordningen EG nr 1774/2002.

#### ***NFS 2003:15-Naturvårdsverkets allmänna råd om metoder för yrkesmässig lagring, rötning och kompostering av avfall***

Vid våtkompostering av icke animaliskt avfall ska materialet behandlas vid en temperatur på minst 55 °C med exponeringstid på minst 6 timmar. Exponeringstid är den tid då inget avfall tas ut eller tillförs reaktorn. Förutsättningarna vid behandlingen är att allt material uppnår temperaturkravet på 55 °C och att medeluppehållstiden vid efterföljande kompostering är minst 7 dygn vid 55 °C. Medeluppehållstid innebär den tid som gäller för minst 95 % av materialet (NFS, 2003). Detta beskrivs överskådligt i tabell 2.

---

<sup>6</sup> Definition för avloppsslam enligt SNFS 1994:2: ”Slam från avloppsreningsverk, flerkammarbrunnar eller liknande anordningar som behandlar avloppsvatten från hushåll eller tätorter, eller från andra reningsverk som behandlar avloppsvatten med liknande sammansättning.”

<sup>7</sup> Definition för avloppsfraktioner enligt Naturvårdsverkets förslag till förordning: ”Slam från avloppsreningsverk, slamavskiljare eller liknande anordningar som behandlar avloppsvatten från hushåll, eller från andra reningsverk som behandlar avloppsvatten med liknande sammansättning samt, klosettatten, urin och innehåll i slutna tankar.”

Tabell 2. Behandlingsmetod enligt NFS 2003:15 (NFS, 2003). Temperaturer och tider är angivna som minimivärden (NFS, 2003). Här presenteras bara informationen som gäller för våtkompostering

Klass	Behandlingsmetod	Parametrar som ska uppfyllas	Förutsättningar
A <sup>1</sup>	Våtkompostering	Temperatur: minst 55 °C. Exponeringstid: minst 6 timmar. (kan utföras som hygienisering före våtkompostering)	Allt material ska uppnå angiven temperatur. Medeluppehållstid vid efterföljande kompostering: minst 7 dygn vid 55 °C.

<sup>1</sup> Klass A bedöms ha en säkrare hygienisering än klass B.

### Naturvårdsverkets förslag till ny förordning för avloppsfraktioner

I Naturvårdsverkets förslag till förordning för användning av avloppsfraktioner (Naturvårdsverket, 2010b) föreslås vissa skillnader mot NFS 2003:15 när det gäller hygienisering av våtkompost. Flera kombinationer av temperatur och tid föreslås, se tabell 3.

Tabell 3. Behandlingsmetod för avloppsfraktioner enligt Naturvårdsverkets förslag till förordning (Naturvårdsverket, 2010b). Temperaturer och tider är angivna som minimivärden och ska registreras och dokumenteras (Naturvårdsverket, 2010b)

Klass	Behandlingsmetod	Parametrar som ska uppfyllas	Förutsättningar
A <sup>1</sup>	Termofil rötning och våtkompostering	a. Temperatur 52 °C under exponeringstiden 10 timmar b. Temperatur 55 °C under exponeringstiden 6 timmar c. Temperatur 60 °C under exponeringstiden 2,5 timmar	Allt material ska uppnå angiven temperatur. Minsta hydrauliska uppehållstid: 7 dygn vid minst 52 °C

<sup>1</sup> Klass A omfattar slutna kontrollerade processer (Naturvårdsverket, 2010c).

### ABP-förordningen - EG 1774/2002

Behandling av animaliskt avfall regleras i EU förordningen EG 1774/2002, Animaliska biproduktsförordningen (ABP-förordningen), och ska behandlas vid 70 °C under minst en timme (Malmén, 2005). Från och med den 4 mars 2011 kommer en ny version av förordningen att träda i kraft (Avfall Sverige, 2010a). ABP-förordningen ställer bland annat krav på både biologiska behandlingsanläggningar och på avfallsleverantörer (verksamheter). Förordningen delar upp det animaliska avfallet i tre olika kategorier benämnda kategori 1, kategori 2 och kategori 3. Kategorierna innehåller olika avfallstyper och behandlingskrav för respektive avfallskategori (EG, 2002). Material från kategori 2 och 3 får komposteras eller rötas, dock krävs att kategori 2-material genomgår förbehandling i en bearbetningsanläggning (Avfall Sverige, 2010b). I tabell 4 redovisas möjliga behandlingsmetoder för respektive avfallskategori och i tabell 5 redovisas några avfallsmaterial som ingår i ABP förordningens kategori 3 (endast exempel från denna kategori redovisas eftersom dessa material får behandlas genom våtkompostering direkt). För fullständig information över vilka avfallsmaterial som tillhör kategori 3 och vilka avfallsmaterial som tillhör de övriga två kategorierna hänvisas till EU-förordningen EG 1774/2002 (EG, 2002).

Tabell 4. ABP-förordningens olika kategorier för animaliskt avfall och hur avfall från respektive kategori får behandlas (Avfall Sverige, 2010b). För fullständig information över hur avfallsmaterial som tillhör en viss ABP-kategori får behandlas hänvisas till EU-förordningen om animaliska biprodukter EG 1774/2002 (EG, 2002)

Kategori	Behandling
Kategori 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Förbränning krävs.</li> </ul>
Kategori 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Komposterings- eller biogasanläggning gäller för gödsel. För annat kategori 2-material krävs först behandling i en bearbetningsanläggning.</li> <li>▪ Förbränning.</li> </ul>
Kategori 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Komposterings- eller biogasanläggning. Matavfall från hushåll får behandlas enligt NFS 2003:15.</li> <li>▪ Förbränning.</li> </ul>

Tabell 5. Exempel på avfallsmaterial som ingår i ABP-förordningens kategori 3, vilket får behandlas i en våtkomposteringsanläggning utan krav på förbehandling i bearbetningsanläggning. För fullständig lista över avfallsmaterial som tillhör en viss ABP-kategori hänvisas till EU-förordningen om animaliska biprodukter EG 1774/2002 (EG, 2002)

Kategori	Avfallsmaterial
Kategori 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Matavfall (med undantag från matavfall från transportmedel i internationell trafik<sup>1</sup>, vilket klassas som kategori 1-material).</li> <li>▪ Avfall från livsmedelsindustrin.</li> <li>▪ Vissa typer av slakteriavfall från friska djur som exempelvis mag- och tarmpaket och innehåll, blod och mjukdelar.</li> </ul>

<sup>1</sup> Till internationell trafik räknas flyg och fartyg från tredje land (Widell, pers. medd.).

Matavfall från transportmedel i internationell trafik klassas som kategori 1-material och allt avfall från denna kategori ska förbrännas (Avfall Sverige, 2010b). Transportmedel i internationell trafik innefattar matavfall från flygplan eller färja som anländer i Sverige från ett tredje land. Idag används inte benämningen tredje land längre, utan benämningen ”land utanför EU”. Matavfall i övrigt, det vill säga det som kommer från länder inom EU och från Sverige, klassas som kategori 3-material (Widell, pers. medd.). Åland är medlem i EU genom Finland och räknas därför inte in i benämningen tredje land, vilket innebär att matavfall från färjetrafik mellan Sverige och Åland klassas som kategori 3-material (Widell, pers. medd.). Viktigt att ta hänsyn till är att ett fartyg som anländer från ett tredje land kan ha angjort Åland på vägen till Sverige, och kan i sådant fall ha tagit ombord livsmedel i ett tredje land. Därför har inte alla fartyg mellan Åland och Sverige kategori 3-matavfall (Widell, pers. medd.).

Matavfall ingår i kategori 3-materialet men är undantaget från behandlingskraven i ABP-förordningen. Istället gäller behandlingskraven i Naturvårdsverkets allmänna råd NFS 2003:15 för behandling av denna avfallstyp (Avfall Sverige, 2010b). Undantaget innefattar alla typer av matavfall från kök, det vill säga från restauranger, storkök, kök, centralkök och hushållskök (Blom, Pers. medd.).

### 3.2.2. Användning

I Statens jordbruksverks författningssamling (SJVFS) finns information om spridningstid och spridningsteknik för våtkompost på jordbruksmark. Det är samma regelverk som för stallgödsel som gäller för våtkompost i detta avseende, SJVFS 2010:55 (Holm m.fl., 2009).

#### *Slutprodukt innehållande avloppsslam*

Gränsvärden för metallhalter i slutprodukt innehållande avloppsslam anges i Statens författningssamling (SFS) SFST 1998:944 och tillåtna metallhalter i åkermarken regleras i SNFS 1998:4. Om halterna i den aktuella åkermarken överskrider värdena i SNFS 1998:4 är det ej tillåtet att sprida en slutprodukt innehållande avloppsslam på marken. Spridningen av slutprodukt innehållande avloppsslam regleras även av SNFS 1994:2 (Holm m.fl., 2009). SNFS 1994:2 begränsar bland annat var spridning får ske och vilken maximal mängd metall som årligen får tillföras till åkermarken (SNFS, 1994). Tillförseln av näringsämnen (fosfor och kväve) begränsas av jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring, SJVFS 2010:55. SJVFS 2010:55 täcker alla gödselmedel och därmed även slam, vilket är orsaken till att slamregelverket SNFS 1998:4 inte gäller för näringsämnen. För fosfor gäller att maximalt 22 kg totalfosfor per hektar spridningsareal och år får tillföras räknat under maximalt en femårsperiod (SJVFS, 2010). Inom känsliga områden gäller även en maximal tillförsel på 170 kg totalkväve per hektar spridningsareal och år (SJVFS, 2010). Enligt Gårdstam (pers. medd.) inkluderas klosettvattnen inte i definitionen av avloppsslam. Därför kan gränsvärdena för avloppsslam, som redovisas i tabell 6, 7 och 8, ses som riktlinjer vid våtkompostering av klosettvattnen.

*Tabell 6. Maximalt tillåtna metallhalter i avloppsslam för jordbruksändamål enligt SFS 1998:944 20 § (SFS, 1998)*

Metall	Gränsvärde [mg/kg TS]
Bly	100
Kadmium	2
Koppar	600
Krom	100
Kvicksilver	2,5
Nickel	50
Zink	800

Tabell 7. Maximal mängd tungmetaller som får tillföras åkermark per år enligt SNFS 1994:2 (SNFS, 1994) och maximal tillåten tungmetallhalt i åkermark före användning av avloppsslam enligt SNFS 1998:4 (SNFS, 1998)

Metall	Maximal tillförsel till åkermark [g/ha, år]	Maximal metallhalt i marken före spridning [mg/kg TS]
Bly	25	40
Kadmium	0,75	0,4
Koppar	300	40
Krom	40	60
Kvicksilver	1,5	0,3
Nickel	25	30
Zink	600	100

Tabell 8. Maximal mängd totalfosfor och totalkväve som får tillföras till åkermarken via avloppsslam enligt SJVFS 2010:55 (SJVFS, 2010). För tillförseln av totalfosfor gäller mängden som ett genomsnitt för en femårsperiod

Växtnäring	Maximal mängd [kg/ha spridningsareal, år]	Maximal mängd [kg/ha, spridningstillfälle]
Totalfosfor	22	110 <sup>1</sup>
Totalkväve	170	170

<sup>1</sup> Beräknat utifrån att en femårsgiva läggs ut (max 22 kg totalfosfor/ha, år under en femårsperiod).

### **Naturvårdsverkets förslag till ny förordning för avloppsfraktioner**

För metallhalter i avloppsfraktioner och maximal mängd metall som får tillföras åkermark föreslås en sänkning för kadmium (Cd) och kvicksilver (Hg), samtidigt som listan föreslås utökas med gränsvärden för silver (Ag). Gränsvärden för metaller i åkermark vid användning av avloppsfraktioner föreslås dock vara de samma som nuvarande gränsvärden för avloppsslam (Naturvårdsverket, 2010c). Se tabell 9 och tabell 10 för förslaget metallhalter vid spridning av avloppsfraktioner. För tillförsel av växtnäring till åkermark finns också ett förslag men samtidigt måste reglerna i SJVFS 2010:55 uppfyllas, varför det är det hårdaste av de två regelverken som kommer att gälla.



Tabell 9. Maximalt tillåtna metallhalter i avloppsfraktioner enligt Naturvårdsverkets förslag till förordning (Naturvårdsverket, 2010b). Det räcker att avloppsfraktionen uppfyller någon av de två kolumnerna

Metall	Högsta tillåtna halter i avloppsfraktioner [mg/kg TS]	Högsta tillåtna halter i avloppsfraktioner [mg/kg P]
Bly	100	3300
Kadmium	1,5	50
Koppar	600	20000
Krom	100	3300
Kvicksilver	1	33
Nickel	50	1700
Silver	8	270
Zink	800	27000

Tabell 10. Maximal mängd metaller som får tillföras åkermark per hektar och år och maximal tillåten metallhalt i åkermark för spridning av avloppsfraktioner enligt Naturvårdsverkets förslag till förordning (Naturvårdsverket, 2010b)

Metall	Högsta tillåtna mängder till åkermark [g/ha, år]	Högsta tillåtna halter i åkermark [mg/kg TS]
Bly	25	40
Kadmium	0,55 <sup>1</sup>	0,4
Koppar	300	40
Krom	40	60
Kvicksilver	0,8	0,3
Nickel	25	30
Silver	6	-
Zink	600	100

<sup>1</sup> Gränsvärdet föreslås sänkas till 0,35g/ha, år från år 2025.

### 3.2.3. Certifiering

Certifiering innebär att ställda krav i någon form av specifikation uppfylls, och kan ses som ett verktyg för att säkerställa en viss kvalitet. Att kraven uppfylls styrks av ett oberoende certifieringsorgan, och kontroller sker kontinuerligt för att garantera att kraven uppfylls (Palm & Richert Stintzing, 2009). Krav på säkerställd kvalitet blir allt vanligare hos livsmedelsproducenter och lantbrukarorganisationer (Naturvårdsverket, 2010c).

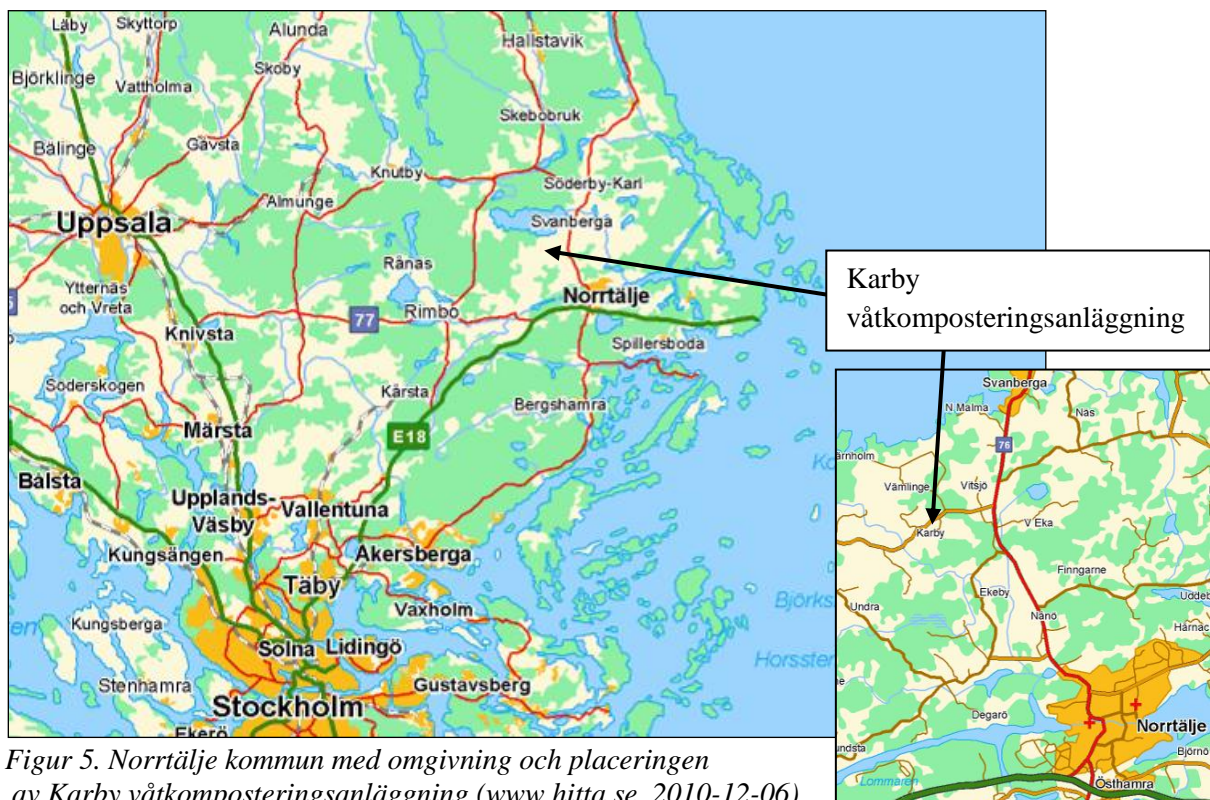
Idag finns certifieringssystem för kompost (SPCR 152), biogödsel (SPCR 120) och avloppsslam (REVAQ). Det finns även ett förslag på kvalitetssäkring och jordbruksanvändning av källsorterade avloppsfraktioner från hushåll, framtaget av Ola Palm, JTI, tillsammans med Anna Richert Stintzing, Richert Miljökompetens (Palm & Richert Stintzing, 2009). Bland de avloppsfraktioner som tas upp i certifieringsförslaget ingår bland annat latrin, klosettatten och urin. Att avloppsfraktionerna uppfyller kraven gällande säker hygienisering och intressant gödselmedel är grundförutsättningar för en kvalitetssäkring. I

förslaget föreslås att kommunernas avfallsavdelningar är ansvariga och står för kostnaderna av certifieringen. Detta grundas i att avloppsfraktioner från enskilda avlopp klassas som hushållsavfall (Palm & Richert Stintzing, 2009). För mer information om förslaget hänvisas till JTI-rapporten *System för kvalitetssäkring och jordbruksanvändning av källsorterade avloppsfraktioner från hushåll*, Kretslopp & Avfall 44 (Palm & Richert Stintzing, 2009). I dagsläget håller Telge återvinning tillsammans med JTI och SP på att ta fram ett certifieringssystem för jordbruksanvändning av källsorterade avloppsfraktioner. Certifieringssystemet beräknas vara klart i slutet av 2011 (Palm, pers. medd.).

### 3.3. KARBY VÅTKOMPOSTANLÄGGNING, NORRTÄLJE KOMMUN

Norrtälje kommun ligger i Stockholms län (figur 5) och tar upp cirka 1/3 av länets totala yta. Kommunen gränsar mot Östersjön och har drygt 10 000 öar (Norrtälje kommun, 2010c). Totalt har kommunen knappt 56 000 invånare (Norrtälje kommun, 2010a) och cirka 100 000 fritidsboende antas periodvis befinna sig i kommunen (Eveborn m.fl., 2007). Norrtälje kommun har drygt 24 000 fritidshus (Norrtälje kommun, 2010b).

Totalt är omkring 40 000 fastigheter i kommunen inte anslutna till kommunal vatten- och avloppsförsörjning utan använder sig av olika typer av enskilda avloppsanläggningar. De enskilda avloppsläggningarna i kommunen kan delas upp mellan 15 000 fastigheter som används av permanentboende och resterande fastigheter som tillhör fritidshus. Utsläppen av fosfor från de enskilda avloppsanläggningarna i kommunen är flera gånger större än från de 20 kommunala reningsverken. Av kommunens fastigheter med enskilda avloppsanläggningar har cirka 4 000 sluten tank. Uppsamlat klosettwater från ett hundratal fastigheter med sluten tank behandlas och hygieniseras idag i Karby våtkomposteringsanläggning (Eveborn m.fl., 2007). Färdigbehandlad våtkompost sprids på närliggande åkrar (Dahlqvist, pers. medd.).



Figur 5. Norrtälje kommun med omgivning och placeringen av Karby våtkomposteringsanläggning (www.hitta.se, 2010-12-06).

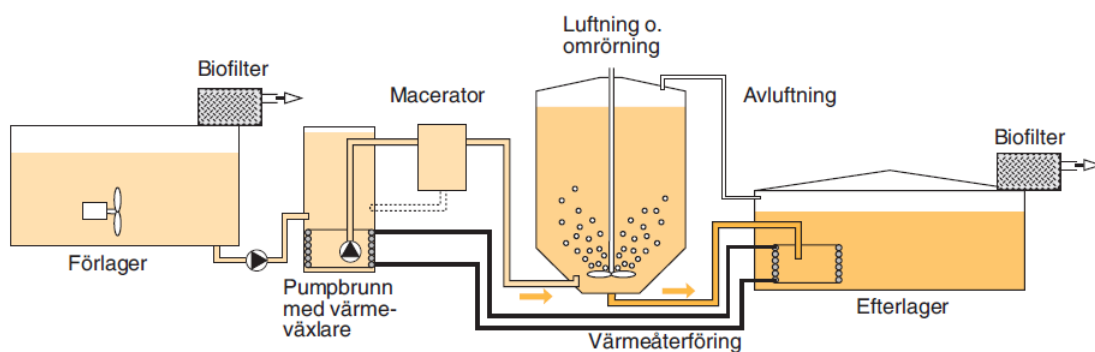
### 3.3.1. Karby våtkomposteringsanläggning

År 2004 uppfördes en våtkomposteringsanläggning i Karby, cirka 7 km norr om Norrtälje (figur 5). Den är placerad på fastigheten Estuna-Karby 1:2, jordbruksfastighet. I byn Karby finns fyra fastigheter omgivna av åkermark (Miljöprövningsdelegationen, Länsstyrelsen i Stockholms län, 2002). Anläggningen testades och utvärderades för en optimal drift under åren 2005 och 2006 (Malmén, 2005). Resultat från utvärderingsarbetet återfinns i JTI-rapporten *Våtkompostering för kretsloppsanpassning av enskilda avlopp i Norrtälje kommun*, Kretslopp & Avfall 38 (Eveborn m.fl., 2007). Syftet med uppförandet av anläggningen var framför allt att ta hand om klosettavloppsvatten från kommunens många enskilda avlopp, med minskad näringsbelastning på sjöar och hav samt återföring av växtnäring till åkermark som önskat resultat (Holm m.fl., 2009).

Karby våtkomposteringsanläggning har kapacitet och tillstånd att behandla 3000 ton organiskt material per år (Miljöprövningsdelegationen, Länsstyrelsen i Stockholms län, 2002). Idag används cirka 50 % av anläggningens kapacitet. Det organiska material som används är framförallt klosettavloppsvatten och latrin i ungefär samma mängder. År 2009 tillsattes cirka 720 m<sup>3</sup> klosettavloppsvatten och 793 m<sup>3</sup> latrin (Örnestav, pers. medd.). Anläggningen är normalt i drift från april/maj till oktober/november, men tekniskt sett kan den vara i drift året runt (Dahlqvist, pers. medd.). Renhållningsenheten, Teknik och service, på Norrtälje kommun tog över ansvaret för Karby våtkomposteringsanläggning den 1 januari 2008. Tidigare var det Bygg- och miljökontoret på kommunen som haft ansvaret för anläggningen (Örnestav, pers. medd.).

#### *Uppbyggnad och kapacitet*

Våtkomposteringsanläggningen i Karby består av ett för- och ett efterlager, två slutna reaktorer, en pumpbrunn med växelvärmare mellan förlagret och reaktorerna (förvärmningsbrunn), en skärande pump (macerator), en värmekammare i efterlagret samt ett styrnings- och övervakningshus (figur 6). I anläggningen finns också två avluftningssystem för att minska eventuella luktproblem från obehandlat material till omgivningen. Avluftningssystemen, ett för luft från förlagret och ett för luft från reaktorerna, består av biofilter (Eveborn m.fl., 2007).



Figur 6. Schematisk skiss över Karby våtkomposteringsanläggning, Norrtälje kommun (Malmén, 2005).

Förlagret har en volym på 180 m<sup>3</sup> och efterlagret har en volym på 3000 m<sup>3</sup>. De två reaktorens volym är 32 m<sup>3</sup> vardera. Pumpbrunnen mellan förlagret och reaktorn rymmer en sats (Eveborn m.fl., 2007). För att minska eventuella kväveförluster från materialet är både för- och efterlager täckta (Holm m.fl., 2009).

### ***Processen***

Karby våtkomposteringsanläggning drivs med semi-kontinuerlig drift och varje sats är cirka 1/7 av den totala reaktorvolymen (Eveborn m.fl., 2007). Anläggningen är konstruerad så att värmen från färdigbehandlat material i efterlagrets värmekammare kan utnyttjas för att förvärma inkommande material (Malmén, 2005).

Råmaterial kan tillsättas till anläggningens förlager på två sätt beroende på om avfallet är pumpbart eller inte (figur 7). Vanligtvis tillsätts råmaterialet, om pumpbart, via slang från slambil och tas in via en stenficka. För icke pumpbart råmaterial, sådant avfalls som ej behöver malas innan tillsats, finns en betongplatta med stödmur och lucka över förlagret där det fasta avfallet tillsätts (Eveborn m.fl., 2007). Luckan över förlagret är försedd med galler så att stora föremål sorteras ut och en stor behållare är placerad precis under öppningen dit tunga material kan sedimentera och på så sätt undviks att dessa kommer in i processen (Dahlqvist, pers. medd.).

Tillsatt råmaterial lagras i förlagret. Innan en sats material tas in i reaktorn förbereds den genom att förbehandlas i en förvärmningsbrunn. Där påbörjas uppvärmningen av materialet genom växelvärmning från färdigbehandlat material i efterlagret samtidigt som materialet sönderdelas till lämplig partikelstorlek. Sönderdelningen sker genom att materialet pumpas genom en skärande pump. Den behandlade satsen pumpas sedan till en av anläggningens två reaktorer, vilken samtidigt har tömt 1/7 av sin volym till efterlagret. En ny sats överförs till förvärmningsbrunnen via självfall från förlagret, och processen upprepas (Eveborn m.fl., 2007).

I reaktorerna, som är försedda med både omrörare och luftningsutrustning, behandlas materialet tills hygienisering har uppnåtts. Materialet ska behandlas i minst 55 °C vid 10 timmar och medeluppehållstiden under behandlingen är omkring 7 dygn (Miljöprövningsdelegationen, Länsstyrelsen i Stockholms län, 2002). Efter färdig behandling, det vill säga när materialet uppnått hygieniseringskraven, töms cirka 4 m<sup>3</sup> av reaktorns toppsats med automatik till efterlagret (Dahlqvist, pers. medd.). I efterlagret, vilket är en konventionell flytgödselbehållare med täckning, lagras det färdigbehandlade materialet i väntan på rätt tidpunkt för spridning av materialet (Miljöprövningsdelegationen, Länsstyrelsen i Stockholms län, 2002). Figur 8 visar reaktor, styrhus och efterlager hos anläggningen.



*Figur 7. Karby våtkomposteringsanläggning. Till vänster ses hela anläggningen och i förgrunden skymtar slangen som används vid tillsats av pumpbart material. Till höger syns luckan på förlagret dit fast råmaterial kan tillsättas. Foto: Emelie Ljung*



*Figur 8. Karby våtkomposteringsanläggning. Till vänster syns en av de två reaktorerna intill styrhuset. Till höger ses efterlagret med de två reaktorerna skymtandes i bakgrunden. Foto: Emelie Ljung*

Övervakning av våtkomposteringsanläggningen sköts från ett styrhus vid anläggningen. Anläggningen har ett antal mätgivare vilka möjliggör att driften kan kontrolleras och övervakas via ett databaserat program (Eveborn m.fl., 2007). Övervakning sköts av lantbrukaren på fastigheten intill våtkomposteringsanläggningen. Lantbrukaren har kontinuerlig tillsyn över temperaturutveckling och meddelar kommunen om processen ej går som den ska (Dahlqvist, pers. medd.).

### **Problem**

Karby våtkomposteringsanläggning har under hela driftstiden haft olika problem, framför allt i form av driftstopp och luktproblem. Tekniskt sett beror det på att flera komponenter i anläggningen varit underdimensionerade, vilket resulterat i uppgradering av utrustningen för

att klara driften utan stopp. Även luktproblem från anläggningen är ett återkommande bekymmer, och anläggningen får stängas ett par gånger per år på grund av lukten. Utredningar har gjorts och olika filter har provats, men luktproblemet är fortfarande inte helt löst (Örnestav, pers. medd.).

### **3.3.2. Tillstånd och villkor för verksamheten**

I beslutsunderlaget från Miljöprövningsdelegationen vid Länsstyrelsen i Stockholms län (2002) framgår Norrtälje kommuns tillstånd för behandling i våtkomposteringsanläggningen och villkor för verksamheten. Norrtälje kommun har tillstånd att ta emot och behandla högst 3000 ton avfall från enskilda avlopp, källsorterat organiskt avfall och restprodukter från lantbruket. Bland villkoren för verksamheten framhålls bland annat att animaliskt avfall som tillförs komposten ska komma från tillagad mat och att material i anläggningen ska behandlas vid en temperatur över 55 °C i minst 10 timmar (Miljöprövningsdelegationen, Länsstyrelsen i Stockholms län, 2002).

## 4. RESULTAT

### 4.1. INVENTERING, UTREDNING, PROVTAGNING

Resultatet från inventeringen av organiska restprodukter som förekommer i Norrtäljeområdet (Norrtälje kommun, Österåker kommun och Vallentuna kommun) bygger på uppgifter från respektive kommun, på uppskattade mängder från kontakt med berörd verksamhet och beräkningar från nyckeltal. Uppskattning av avfallsmängd har i flertalet fall baserats på kärldstorlek (sopsäckar, plastthinkar, soptunnor etc.) och har visats sig vara ganska svår för enskilda verksamheter. Uppskattade mängder bör därför ses som väldigt preliminära snittmängder, men bör ändå ge en ungefärlig uppfattning om mängden organiskt avfall som förekommer. Beroende på säsong kan mängden organiska restprodukter från verksamheter variera, vilket är ännu en anledning till att resultatet enbart är en ungefärlig uppskattning. De två Stockholmskommunerna inventerades översiktligt, främst för att hitta någon stor och betydande avfallskälla. Under utredningsdelen av projektet fick vissa verksamheter strykas från listan trots intressanta substrat och mängder då dessa idag redan hanterar sitt avfall på ett, för dem, fördelaktigt sätt. Studiebesöken gav en bild över vilken mängd avfall det rör sig om och vad som faktiskt ingår i avfallet. Provtagningen gav även den en bild gällande mängder, innehåll och renhet.

I avsnitt 4.1.6. redovisas de organiska restprodukter som i dagsläget används som komplementmaterial i Karby våtkomposteringsanläggning och vad som tidigare har testats alternativt bedömts olämpliga att använda i anläggningen.

#### 4.1.1. Storkök

##### *Inventering och utredning*

Mängden matavfall från storkök har i de flesta fall varit en svår parameter att få något exakt värde på eftersom många verksamheter i dagsläget inte sorterar rent organiskt avfall, vilket är en naturlig följd av att ingen separat hämtning av källsorterat matavfall sker inom kommunen. Samtidigt kan mängden matavfall variera ordentligt mellan olika dagar och beroende på vad som serveras. Organiska restprodukter uppkommer under tillagningen, vid grönsaksrens, från överbliven framställd mat och framställda grönsaker samt tallriksrester från matsalen. Inventeringsresultatet över enskilda skolkök i Norrtäljekommun redovisas i tabell B1 och över övriga storkök och restauranger redovisas i tabell B2 (bilaga B1.).

Inget av de fyra storkök som besöktes hade någon speciell hantering av organiskt avfall. Matavfall slängdes tillsammans med övrigt brännbart. Hanteringen var likvärdig för de besökta storköken (Lännaskolan, Lommarskolan, Roden gymnasium och Cullinar kök och catering) och stämde bra överens med informationen som lämnats. Skillnaderna mellan dem var främst att Cullinar kök och catering hade bricklämning och att personal därmed slängde tallriksresterna. En annan skillnad mellan skolköken var att Lännaskolan hade två olika kärl i matsalen, ett för matavfall och ett för övrigt. Övriga två skolkök, Lommarskolan och Roden gymnasium, hade endast ett kärl i matsalen. Alla verksamheter lät positiva till källsortering av matavfall.

### Provtagning

Det insamlade matavfallet från skolorna Lännaskolan, Lommarskolan, Roden gymnasium och från restaurangen Cullinar kök och catering vägde tillsammans totalt 568,5 kg (inklusive vikten för sopsäckar det förvarats i). Resultatet för mängden köksavfall och matsalsavfall, efter justering för sopsäcksvikt, redovisas i tabell 11.

Tabell 11. Mängden insamlat matavfall från storkök uppdelat i köksavfall och matsalsavfall. Vikten för sopsäckarna är inte inkluderad

Storkök	Köksavfall [kg]	Matsalsavfall [kg]	Insamlingsdagar [antal]
Lännaskolan	36,4	24,0	3
Lommarskolan	78,7	36,9	3
Roden gymnasium	66,0	183,1	3
Cullinar kök och catering	134,2 <sup>1</sup>	-	3

<sup>1</sup>Totala mängden avfall, ingen uppdelning mellan köksavfall och matsalsavfall.

Andelen oönskade fraktioner i matavfallet var på två av fyra ställen mindre än 1 % (tabell 12). Förutom portionssmörpaket och papperstallrikar var dock avfallet från Lännaskolan helt rent från oönskade fraktioner. Räknas mängden papperstallrikar bort från Roden gymnasiums oönskade fraktioner så blir denna andel endast 0,4 %. I bilaga B2.1., tabell B8, redovisas vikten av de oönskade fraktionerna plast, metall, kartong och övrigt. Viktigt att framhålla är att avfallshanteringen i matsalen hos de fyra storköken under insamlingsperioden var som vanligt (inget extra kärl för enbart organiskt avfall användes), vilket bör tas hänsyn till i analysen.

Tabell 12. Procentuellt resultat över matavfallets innehåll

Storkök	Total mängd avfall [kg]	Organiskt [kg]	Oönskat [kg]	Organiskt [%]	Oönskat [%]
Lännaskolan	60,4	59,4	1,07 <sup>1</sup>	98,2	1,8
Lommarskolan	115,7	115,4	0,23	99,8	0,2
Roden gymnasium	249,1	244,0	5,06 <sup>2</sup>	98,0	2,0
Cullinar kök och catering	134,2	133,5	0,68	99,5	0,5

<sup>1</sup>Enbart portionssmörpaket och papperstallrikar från matsalen.

<sup>2</sup>3,97 kg är papperstallrikar från matsalen.

### 4.1.2. Livsmedelsbutiker

#### Inventering och utredning

För livsmedelsbutiker är det generellt vanligare med viss sortering av organiskt avfall än för storkök i Norrtälje kommun. Den organiska avfallsmängden från dessa verksamheter är mycket större än från storkök. Vilka avfallstyper som sorteras och hur rent det organiska avfallet är kan dock variera. Renheten beror framförallt på plast och förpackningar runt frukt och grönsaker. Ett annat vanligt resultat är att det avfall som inte är rent organiskt, det vill säga till exempel förpackat, ofta slängs tillsammans med brännbart avfall och därför inte är medräknad i den inventerade avfallsmängden. Inventeringsresultatet över livsmedelsbutiker i Norrtälje kommun redovisas i tabell B3 och inventeringsresultatet över större



livsmedelsbutiker i Österåker- och Vallentuna kommun redovisas i tabell B4, båda tabeller återfinns i bilaga B1.

Från både restauranger och livsmedelsbutiker förekommer den organiska restprodukten frityrfett, men detta är inte i några större mängder. I tabell B6 (bilaga B1.) redovisas uppskattade mängder frityrfett från några verksamheter i Norrtälje kommun. Frityrfett från olika verksamheter behandlas idag i kretsloppssyfte och blir därför svåra att få till våtkomposteringsanläggningen.

Hantering av organiskt avfall hos de tre besökta livsmedelsbutikerna var mycket varierande, både med tanke på vad de sorterade och hur de sorterade. De två mindre butikerna, Coop Nära Grind och ICA Supermarket Kryddan, sorterade endast ut vegetabiliskt avfall. På Coop Nära Grind, vilken uppskattas till den minsta butiken sett till ytan, sorterades frukt, grönt och bröd tillsammans i ett 120-literskärl på lagret. Förpackat avfall slängdes tillsammans med brännbart. På ICA Supermarket Kryddan, en liten men ändå något större butik än Coop Nära Grind sett till ytan, sorterade man enligt ReAgro-modellen. Där fanns kärl för frukt och grönt samt ett kärl för bröd. Plast och förpackning runt frukt och grönt togs bort så att allt av detta avfallsslag kunde sorteras. Till kärlet för frukt och grönt lämnades också komposterbart avfall från personalköket. Inga förpackningar syntes vid besöket, däremot förekom hushållspapper i kompostavfallet. Bröd samlades i större plastpåsar i ett separat kärl. ReAgro hämtade alla olika kärl förutom blöta sopor, vilka hämtades av kommunen. ICA Kvantum Flygfyren är en mycket större butik än de föregående två. Organiskt avfall sorterades i separata kärl på respektive avdelning, vilka tömdes i en gemensam komprimator utanför lagret. Komprimatorn rymde cirka 20 m<sup>3</sup> komprimerat organiskt avfall och tömdes en gång i veckan av SamTek. Enligt instruktioner ska all plast och förpackning tas bort innan avfallet slängs. Att få ett representativt prov från denna butik skulle bli svårt eftersom mängderna är så stora. Av denna anledning valdes butiken ICA Kvantum Flygfyren bort från provtagningen.

### **Provtagning**

Det insamlade avfallet från ICA Supermarket Kryddan vägde totalt 66,0 kg och bestod till största delen av frukt och grönt (tabell 13). Fraktionerna frukt och grönt, inklusive kompost från personalutrymmet, och bröd (här uppdelat i matbröd och fikabröd) var separerade från varandra. Det insamlade organiska avfallet från Coop Nära Grind vägde totalt 28,3 kg och bestod till största delen av bröd (tabell 13). Båda fraktionerna (frukt, grönt och bröd) var dock blandade i ett och samma kärl. Andelen oönskade fraktioner var hos de båda livsmedelsbutikerna mindre än 0,5 % (tabell 14).

*Tabell 13. Mängd organiskt avfall från de två livsmedelsbutikerna ICA Supermarket Kryddan och Coop Nära Grind vid hämtningstillfället*

Livsmedelsbutik	Frukt och grönt [kg]	Matbröd [kg]	Fikabröd [kg]	Insamlingsdagar [antal]
ICA Supermarket Kryddan	54,3	7,0	4,6	1,5
Coop Nära Grind	7,9	12,0	8,3	5,5

Tabell 14. Procentuellt resultat för över livsmedelsbutiksavfallets innehåll

Livsmedelsbutik	Total mängd avfall [kg]	Oönskat [kg]	Organiskt [%]	Oönskat [%]
ICA Supermarket Kryddan	66,0	0,08 <sup>1</sup>	99,9	0,1
Coop Nära Grind	28,3	0,08 <sup>2</sup>	99,7	0,3

<sup>1</sup> Etikett på annanstjälk, klisterlappar på frukt, plast (troligen från gurka), en munk i kärlet för frukt och grönt.

<sup>2</sup> Bakplåtspapper tillsammans med bröd, naturgodis (tillhör inte dessa fraktioner).

### 4.1.3. Övriga verksamheter

#### *Inventering och utredning*

Endast totalt två livsmedelsindustrier identifierades i de tre inventerade kommunerna, Jesses Deli i Norrtälje kommun och Ländia Konfektyr i Vallentuna. Ingen av de två har någon betydande mängd organiska restprodukter att redovisa. I Norrtälje kommun finns även en potatisgrossist, Anjous Potatis och Grönsaker, vilken har stora mängder organiska restprodukter, främst i form av osäljbara potatisar. De säljer sitt avfall som grisfoder, och de är därför inte intresserade av att betala någon behandlingsavgift. Organiska restprodukter kan även förkomma, i form av matavfall, från de två Ålandsfärjor Eckerölinjen och M/S Rosella Viking Line. Matavfallet från M/S Rosella Viking Line blandas tillsammans med BDT-vatten och därför inte ett intressant substrat att tillsätta våtkomposten. Inventeringsresultatet för dessa verksamheter redovisas i tabell B5 i bilaga B1.

#### *Provtagning*

Insamlat matavfall från Eckerölinjen kom endast från färjans tillagningskök, total vikt 15,4 kg och inga oönskade föremål upptäcktes (tabell 15). Avfallet innehöll stora mängder kycklingben från kycklingrens. För utförligare innehållstabell hänvisas till bilaga B2.2.

Tabell 15. Mängden organiskt avfall från Eckerölinjen vid hämtningstillfället. Matavfallet kommer endast från tillagningsköket på färjan, restaurangernas matavfall och kallsänkens matavfall är inte inkluderat

Ålandsfärja	Total mängd avfall [kg]	Totalt organiskt [kg]	Totalt oönskat [%]	Insamlingstid
Eckerölinjen	15,4	15,4 <sup>1</sup>	0,0	Tur och retur Sverige-Åland

<sup>1</sup> Varav 0,84 kg var kycklingklubb och 2,82 kg var ben från kycklingrens.

### 4.1.4. Fett från fettavskiljare

#### *Inventering*

I Norrtälje kommun finns en avfallsmängd på cirka 250 m<sup>3</sup> fett från fettavskiljare per år. Entreprenören Ragn-Sells står för transporten av fettavskiljarslam (Örnestav, pers. medd.). Fettavskiljarslammet från Norrtälje kommun töms idag, beroende på tömningsrutt av tankarna, i Uppsala reningsverk alternativt i Henriksdals reningsverk i Stockholm. Vanligast är att tömningen sker i Uppsala reningsverk (Torstensson, pers. medd.) Storleken på fettavskiljartankar varierar vanligtvis mellan 0,5-3 m<sup>3</sup>. Tankarna töms vanligtvis två till fyra gånger per år enligt schema, men det finns även vissa som töms 6 gånger per år och då

beställs extra tömningar (Torstensson, pers. medd.). I Vallentuna kommun var mängden fett från fettavskiljare cirka 92 ton under år 2009 (Fajic, pers. medd.).

### ***Provtagning***

Provtagningen utfördes i Uppsala och tre restaurangverksamheter ingick i det provtagna fettavskiljarslammet, en livsmedelsbutik/stormarknad, en avvecklad pubverksamhet och en café/restaurangverksamhet. Fettavskiljarslammet som tappades upp i tunnan vid provtagningsstillfället var mer utspätt än vanligt, det var tunt på fett. Detta kan bero på att ett av tömningsställena var en avvecklad verksamhet, vilket troligen resulterar i mer vatten än normalt i avskiljaren (Sjöblom, pers. medd.). Fettavskiljarslammets utseende och konsistens kan liknas med en ljust grå/brun vattenvolym med små olösta fettpartiklar i.

### **4.1.5. Hushåll**

#### ***Inventering***

Insamling av matavfall från hushåll är inget som i dagsläget är infört i någon av de tre inventerade kommunerna. Mängden matavfall från hushåll i Norrtälje kommun uppskattas till cirka 5000-6000 ton per år. Det finns i dagsläget inga planer på insamling av källsorterat matavfall från hushåll i kommunen (Örnestav, pers. medd.). I Vallentuna kommun finns heller inga planer på insamling av källsorterat matavfall från hushåll inom de närmsta åren. Insamling från hushåll kanske kommer att införas först om 4-5 år (Fajic, pers. medd.). Uppskattade mängder källsorterat matavfall som är möjligt att samla in i Vallentuna kommun år 2012 har beräknats till 211 ton (Fajic, pers. medd.). I Österåkers kommun kommer frivillig insamling av källsorterat matavfall från hushåll och andra verksamheter att starta år 2012. Den totala mängden matavfall från verksamheter och hushåll i kommunen uppskattas till cirka 2000 ton per år (Lingsten, pers. medd.). Hantering och behandling av avfallet har diskuterats, och ett alternativ är att matavfallet ska förbehandlas för att sedan transporteras till Uppsala för rötning (Lingsten, pers. medd.).

### **4.1.6. Komplementmaterial i Karby våtkomposteringsanläggning**

Idag används latrin som främsta komplementmaterial till klosettvattnen i Karby våtkomposteringsanläggning, men som extra komplement tillsätts även små mängder malt matavfall från Ros produktionskök (Ros Omsorg och Service, TioHundra AB) i Norrtälje (Dahlqvist, pers. medd.). Latrin har sedan år 2006 inkluderats i systemet (Eveborn m.fl., 2007). Tillsatsen till anläggningen består av lika mycket latrin (omrört och utspätt) som klosettvattnen. Vanligt är en tillsats på cirka 40 m<sup>3</sup> av respektive substrat. Den extra tillsatsen av matavfall från Ros produktionskök är på cirka 5 m<sup>3</sup> ungefär varannan månad. När tillsatsen sker beror på när tanken i köket behöver tömmas (Dahlqvist, pers. medd.). År 2009 tillsattes totalt 793 m<sup>3</sup> latrin och 720 m<sup>3</sup> klosettvattnen till våtkompostanläggningen (Örnestav, pers. medd.).

Förutom latrin och matavfall från matavfallstank har stallgödsel, i form av svin- och hästgödsel testats i anläggningen. Stallgödsel är ett material som är både energirikt och näringsrikt. Svingödsel är tekniskt sett väl lämpat för att behandlas i en våtkompostanläggning, men med negativt resultat ur ekonomisk synpunkt eftersom det innebär kostnader för anläggningen. Kostnaderna beror på att det ej är möjligt att ta ut någon

behandlingsavgift för behandlingen av stallgödsel. Hästgödsel, däremot, är ett substrat som tekniskt sett inte lämpar sig för hantering i våtkompostanläggningar. Karbyanläggningen fick stopp och igensättning på grund av stora mängder spån i hästgödseln (Eveborn m.fl., 2007). I Eveborn m.fl. (2007) diskuteras även lämpligheten av slam från slamavskiljare, vilket innefattar både slam från enskilda avlopp och slam från BDT-anläggningar, som möjligt komplementmaterial i anläggningen. Dessa organiska restprodukter anses dock inte vara lämpliga att hantera i våtkomposteringsanläggningen. Orsaken till detta är slammets låga energi- och näringsinnehåll, höga tungmetallhalt och att det ej är källsorterat (Eveborn m.fl., 2007).

#### 4.2. ANALYSRESULTAT

Av de analyserade fraktionerna är det frityroljan som har högst TS-halt, 95 %, och fett från fettavskiljare har lägst TS-halt, cirka 3 %. Matavfall karakteriseras av en TS-halt på runt 25 % (tabell 16). För alla analysresultat hänvisas till bilaga B3. Innehållet av växtnäring relaterat till TS-halten redovisas i tabell 17 (för innehållet relaterat till mängden prov hänvisas till tabell B13, bilaga B3.) och innehållet av tungmetaller relaterat till TS-halten hos substratet redovisas i tabell 18.

*Tabell 16. Analysresultat för torrsbstanshalt, organiskt innehåll och BOD<sub>7</sub> hos provtagna substrat samt den totala mängden för respektive prov. TS- respektive VS-halten är medelvärdet beräknat utifrån författarens tre analyserade prover och för vissa som ett medelvärde på författarens och Eurofins Environments analysresultat. För respektive provs analysresultat hänvisas till tabell B11 och B12 (bilaga B3.)*

Prov	TS [% av våtvikt]	VS [% av TS]	BOD <sub>7</sub> [g/l]	Insamlad mängd [kg]
Länna	24 <sup>1</sup>	96 <sup>1</sup>		60
Lommar	24 <sup>1</sup>	96 <sup>1</sup>		116
Roden	28 <sup>1</sup>	96 <sup>1</sup>	130	249
Cullinar	25 <sup>1</sup>	94 <sup>1</sup>	160	134
Eckerölinjen	37	87		15
ICA Frukt o grönt	14 <sup>1</sup>	95 <sup>1</sup>	40	54
ICA Bröd	68	97		7
Coop Frukt, grönt, bröd	47	97		20
Fikabröd (ICA + Coop)	72	99		13
Frityrolja	95	- <sup>2</sup>		-
Fett från fettavskiljare	3 <sup>1</sup>	97 <sup>1</sup>		-

<sup>1</sup> Medelvärde beräknat på författarens och Eurofins analysresultat gällande TS- och VS-halt. Respektive analysresultat finns bilaga B3.

<sup>2</sup> VS-analys av frityrolja ej genomförbar på laboratoriet, men enligt Carlsson & Uldal (2009) är VS-halten 100 % av TS för frityrfett med en TS-halt på 90 %.

Tabell 17. Analysresultat för växtnäringsanalyser på utvalda fraktioner av provtaget substrat. Analyserna utförda av Eurofins Environment Lidköping, Sverige. Analysen av totalkväve (Kjeldahl) är utförd av Eurofins Food & Agro Lidköping, Sverige

Prov	Totalkväve <sup>1</sup>	Totalfosfor	K	Mg	Ca	S
	[% av TS]					
Länna	3,5	3400	8800	680	2100	2800
Lommar	6,3	3700	7800	710	5200	2700
Roden	2,3	3200	8500	650	2000	2600
Cullinar	2,9	3600	12500	890	9100	2700
ICA Frukt o grönt	1,6	3600	12900	1600	3700	2500
Fett från fettavskiljare	1,9	1600	1400	750	3500	2200

<sup>1</sup> Kjeldahl.

Tabell 18. Analysresultat för tungmetallanalyser på utvalda fraktioner av provtaget substrat. Analyserna utförda av Eurofins Environment Lidköping, Sverige

Prov	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
				[mg/kg TS]			
Roden	<0,094	<2,5	4,1	<0,05	<2,3	<0,47	21
Cullinar	<0,094	<2,5	5,2	<0,05	<2,4	<0,47	33
Fett från fettavskiljare	0,047	5,8	150	<0,021	<21	23	130

#### 4.2.1. Tidigare analysresultat för klosettatten och latrin

I den tidigare JTI-rapporten *Våtkompostering för kretsloppsanpassning av enskilda avlopp i Norrtälje kommun, Kretslopp & Avfall 38* (Eveborn m.fl., 2007) redovisas resultat över kvaliteten på klosettatten och latrin i Norrtälje kommun (tabell 19 och 20).

Tabell 19. TS- och VS-halt av klosettatten och latrin (Eveborn m.fl., 2007)

Substrat	TS	VS
	[% av prov]	[% av TS]
Klosettatten Norrtälje <sup>1</sup>	0,35	-
Latrin Norrtälje <sup>2</sup>	5,33	81,8
Klosettatten (standardkvalitet) <sup>3</sup>	0,39	55,7
Latrin <sup>4</sup>	4,37	-

<sup>1</sup> Teoretiskt uppskattade TS-halt för klosettatten i Norrtälje (Eveborn m.fl., 2007).

<sup>2</sup> Analysresultat på latrin, Norrtälje kommun (Eveborn m.fl., 2007).

<sup>3</sup> Standardkvalitet klosettatten, omarbetat från Malmén & Palm (2003) (Eveborn m.fl., 2007).

<sup>4</sup> Teoretiskt uppskattad TS-halt för latrin (Eveborn m.fl., 2007).

Tabell 20. Standardkvalitet klosettavatten och analysresultat på latrin från Norrtälje kommun med avseende på växtnäring och tungmetaller (Eveborn m.fl., 2007)

Substrat	[g/kg TS]					[mg/kg TS]						
	tot-N	tot-P	K	Mg	Ca	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Klosettavatten <sup>3</sup>	250	26,3	73,3	6,5	29,3	0,24	3,4	107	0,28	139	9	-
Latrin Norrtälje <sup>2</sup>	61,9	24	17	-	-	0,63	3,4	32	0,43	4,2	3,2	420

<sup>2</sup> Analysresultat på latrin, Norrtälje kommun (Eveborn m.fl., 2007).

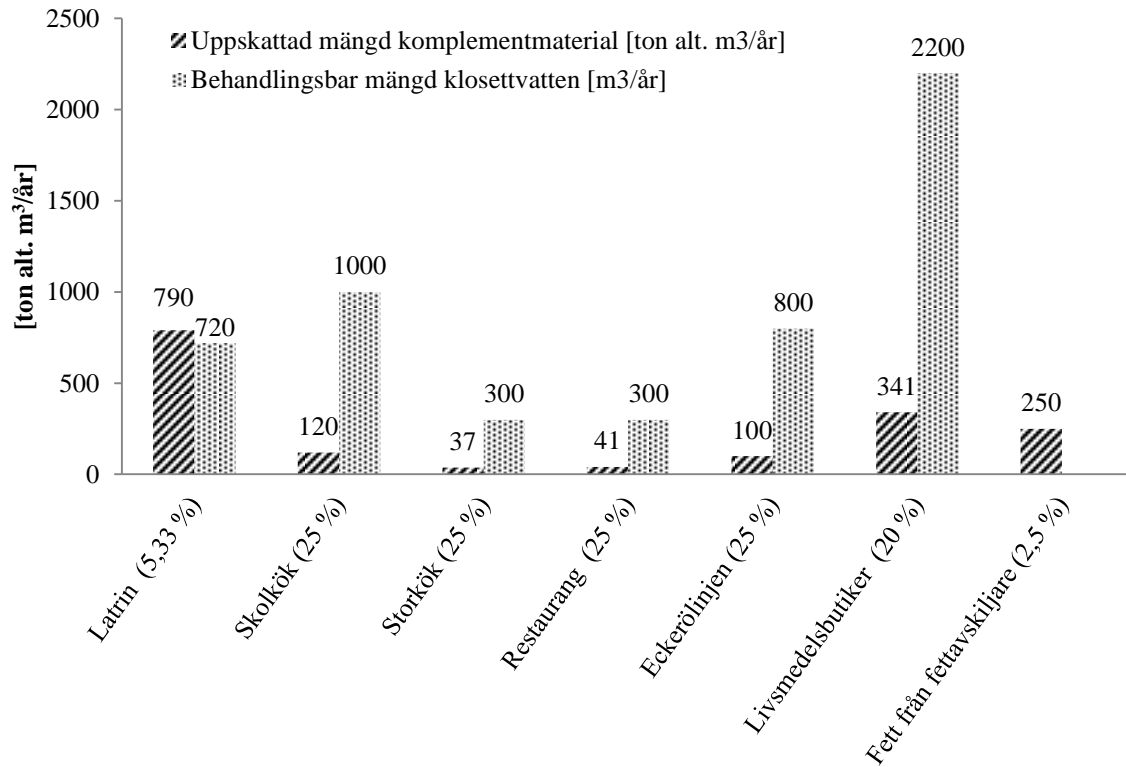
<sup>3</sup> Standardkvalitet klosettavatten, omarbetat från Malmén & Palm (2003) (Eveborn m.fl., 2007).

### 4.3. BERÄKNINGAR

#### 4.3.1. Mängder komplementmaterial och behandlingsbart klosettavatten

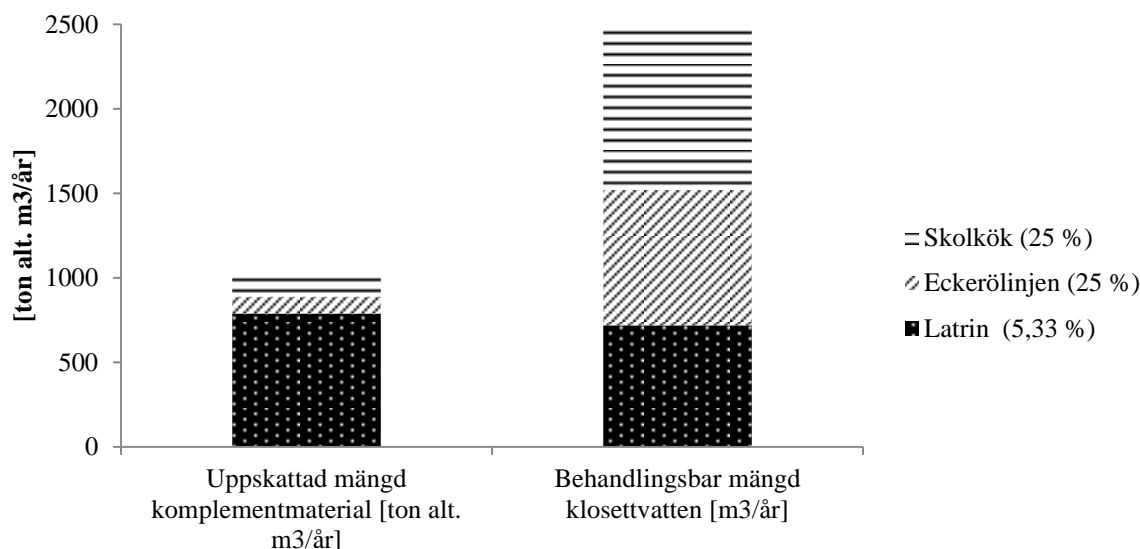
Beroende på uppskattad mängd organiskt avfall (komplementmaterial) som årligen uppkommer i Norrtälje kommun kan olika mängder klosettavatten behandlas (figur 9). Totala mängder organiskt avfall som uppkommer per år varierar mycket mellan olika typer av substrat och verksamheter. Till exempel skulle elva livsmedelsbutiker inom kommunen kunna ge cirka tre gånger så mycket organiskt avfall som kommunens alla skolor tillsammans (figur 9). För tabell med mängderna från respektive verksamhet hänvisas till bilaga B4.2. (tabell B23) och för beräkningar och antaganden hänvisas till bilaga B4.1.

De mängder av olika komplementmaterial som identifierats och uppskattats i Norrtälje kommun skulle kunna bidra till behandling av mycket större mängder klosettavatten än de cirka 720 m<sup>3</sup> som idag behandlas i Karby våtkomposteringsanläggning. Totalt skulle enligt figur 9 cirka 5000 m<sup>3</sup> klosettavatten kunna behandlas per år om allt funnet komplementmaterial i kommunen (totalt cirka 1400 m<sup>3</sup>) antas vara tillgängligt. Vid enbart tillsats av 250 m<sup>3</sup> fett från fettavskiljare uppnås aldrig en TS-halt på minst 3 %, varför stapeln för fett från fettavskiljare är obefintlig (figur 9). Hushållsavfall är inte med i figur 9, men hittas i sammanställningen i tabell B23 i bilaga B4.2. Resultaten bygger på antagandet att TS-halten hos klosettavattnet är 0,39 %, latrin 5,33 %, matavfall 25 %, matavfall från livsmedelsbutiker 20 %, fett från fettavskiljare 2,5 % och att våtkompostsubstratet (slutblandningen) ska ha en TS-halt på minst 3 %.

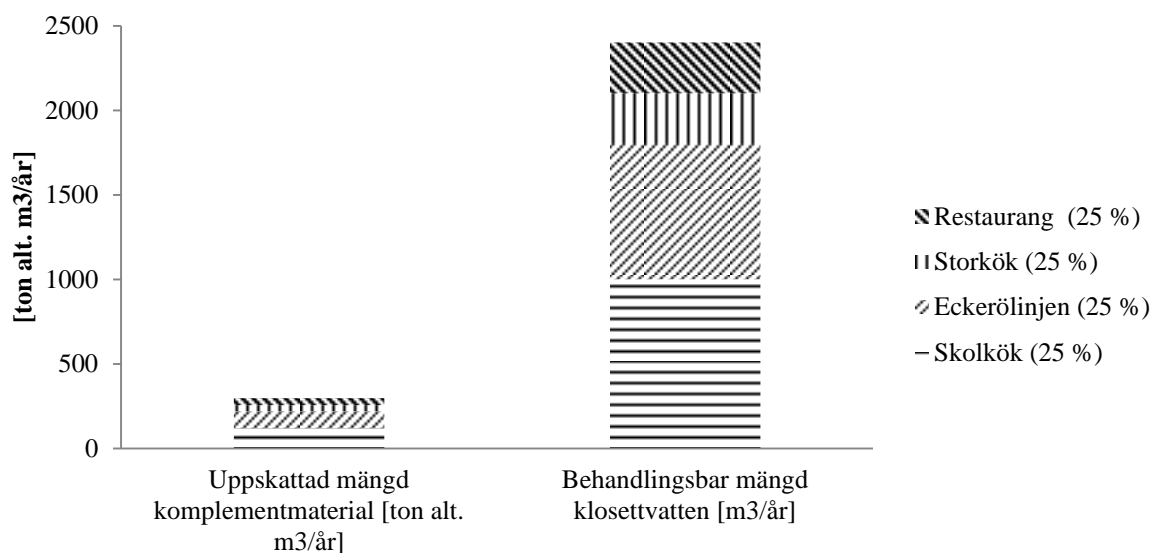


Figur 9. Mängd klosettatten som kan behandlas utifrån uppskattade mängder komplementmaterial. Antagen TS-halt hos respektive komplementmaterial anges inom parentes. Utförligare information om mängder hittas i bilaga B4.2.

Utgår man däremot från Karbyanläggningens kapacitet på 3000 ton organiskt material per år och även tar hänsyn till tillgängligheten skulle två möjliga scenarion kunna se ut som figur 10 alternativt figur 11. Om dagens tillsats av latrin och de uppskattade mängderna matavfall från skolkök och Eckerölinjen tillsätts, skulle cirka 2500 m<sup>3</sup> klosettatten kunna behandlas (figur 10 och tabell B26). I figur 11 antas att totala uppskattade mängderna av angivna komplementmaterial tillsätts, men däremot ingår ingen latrintillsats. Det senare fallet resulterar i att cirka 2400 m<sup>3</sup> klosettatten skulle kunna behandlas i Karby (tabell B27). Tabeller med exakta mängder komplementmaterial och klosettatten hittas i bilaga B4.2.



Figur 10. Behandlingsbar klosettvattenmängd, cirka 2500 m<sup>3</sup>, om dagens latrinmängd och totala mängderna uppskattat matavfall från skolkök och Eckerölinjen skulle sättas till våtkomposten (tabell B26). Möjligt framtidsscenario med latrintillsats.



Figur 11. Behandlingsbar klosettvattenmängd, cirka 2400 m<sup>3</sup>, om totala mängderna uppskattat matavfall från skolkök, Eckerölinjen, storkök och restaurang skulle sättas till våtkomposten (tabell B27). Möjligt framtidsscenario utan latrintillsats.

#### 4.3.2. Tolkning av analysresultat

##### **Begränsande ämne och nödvändig spridningsareal**

För de två matavfallsfraktionerna, Roden och Cullinar, är det innehållet av växtnärsämnen som blir dimensionerande för nödvändig spridningsareal enligt gränsvärden i SJVFS 2010:55. För skolköksfraktionen Roden är fosforbegränsningen dimensionerande och för lunchrestaurangsfraktionen Cullinar är kväveinnehållet dimensionerande (tabell 21).

Tungmetallen kadmium kan bli det ämne som dimensionerar spridningen, framförallt om man jämför med de strängare föreslagna gränsvärdena i Naturvårdsverkets förslag till förordning för avloppsfraktioner (Naturvårdsverket, 2010b). För fett från fettavskiljare är det innehållet



av bly som ställer störst krav på spridningsarealen. Tabell 21 redovisar den spridningsareal som krävs för fraktionerna vid respektive gränsvärde, där det för kadmium och bly är räknat på halva detektionsgränsen. För alla beräknade arealer beroende på fraktion och gränsvärde för respektive ämne hänvisas till bilaga B4.3.

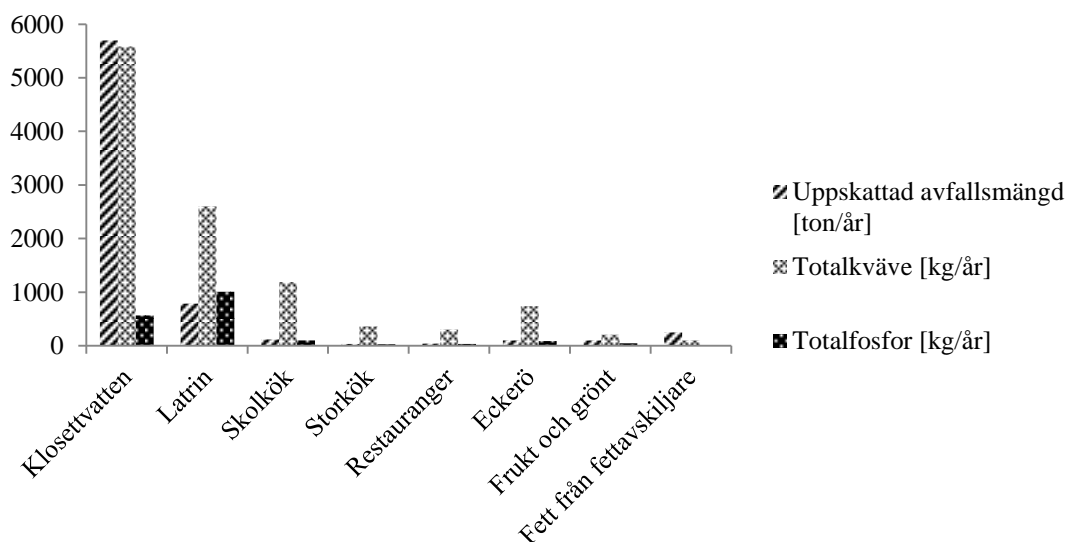
*Tabell 21. Nödvändig areal vid spridning av matavfallsfraktionerna (bilaga B4.3.) om innehållet av totalkväve och totalfosfor når upp till gränsvärdet enligt SJVFS 2010:55 (tabell 7), innehållet av bly når upp till gränsvärdet enligt SNFS 1994:2 (tabell 6) och innehållet av kadmium når upp till Naturvårdsverkets förslag till ny förordning för avloppsfraktioner (tabell 8). Fet siffra anger det begränsande ämnet*

Prov	Nödvändig areal [ha, år/ton]				
	Totalkväve (170 kg/ha, år)	Totalfosfor (22 kg/ha, år)	Kadmium (0,55 g/ha, år)	Kadmium (0,35 g/ha, år)	Bly (25 g/ha, år)
Roden	0,039	<b>0,041</b>	0,025 <sup>1</sup>	0,039 <sup>1</sup>	0,003 <sup>1</sup>
Cullinar	<b>0,044</b>	0,041	0,021 <sup>1</sup>	0,034 <sup>1</sup>	0,003 <sup>1</sup>
Fett från fettavskiljare	0,002	0,001	0,001	0,002	<b>0,018</b>

<sup>1</sup> Beräknade för halva detektionsgränsen.

I figur 12 redovisas växtnäring återförslin för de totala mängder av respektive komplementmaterial som uppskattats finnas i Norrtälje kommun. Vilket växtnäringämne som blir dimensionerande för spridningen av våtkompostsubstratet beror på om och hur mycket latrin som ingår i substratet.

Om allt funnet komplementmaterial i Norrtälje kommun (enligt figur 9, men istället för totala mängden matavfall från livsmedelsbutiker räknas enbart 100 ton frukt och grönt med) antas våtkomposteras skulle fosfor vara det begränsande ämnet och cirka 86 ha skulle krävas för spridning av våtkompostsubstratet (tabell B44, bilaga B4.4.). Det är bara cirka 3 % av kommunens drygt 26000 ha åkermark (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2008). Latrinen står då för drygt 50 % av spridningsarealen som krävs. Om kväve antas vara det ämne som dimensionerar spridningen för samma tillsats skulle 65 ha krävas (tabell B45). I beräkningarna ingår dock inte matavfall från livsmedelsbutiker och matavfall från hushåll eftersom det saknas information om halten näringsämnen för dessa substrat. Utgår man istället från kapaciteten hos Karby våtkomposteringsanläggning och de möjliga scenarierna i figur 10 och 11 krävs en mindre area, se tabell 22 och 23. Så länge dagens mängder latrin tillsätts våtkomposten beräknas fosfor vara det begränsande ämnet vid spridning och cirka 66 ha krävs, där latrin står för cirka två tredjedelar av arealen (tabell 22). Om latrin däremot inte tillsätts (tabell 23) beräknas kväve vara det begränsande ämnet. Se tabeller i bilaga B4.4. för olika jämförelser.



Figur 12. Växtnäringsåterförsel från uppskattade mängder av respektive organiskt material. Beräkningarna är gjorda utifrån analysvärdena. För tydligare information om de olika komplementmaterialen och hur de skiljer sig åt hänvisas till bilaga B4.5.

Tabell 22. Nödvändig spridningsareal om totalfosfor antas vara det begränsande ämnet. Utgår ifrån uppskattade mängder och gränsvärden i SJVFS 2010:55. Mängden klosettwater har beräknats så att TS-halten ligger strax över 3 % i våtkompostsubstratet

Tillsatsmaterial	Halt totalfosfor [kg/ton]	Uppskattad avfallsmängd [ton/år]	Mängd totalfosfor [kg/år]	Nödvändig spridningsareal [ha, år]
Klosettwater	0,1	2520	250	11
Latrin	1,28	790	1000	46
Skolkök	0,87	120	100	4,8
Eckerö	0,90	100	90	4,1
Totalt nödvändig spridningsareal vid latrintillsats [ha]				66

Tabell 23. Nödvändig spridningsareal om totalkväve antas vara det begränsande ämnet. Utgår ifrån uppskattade mängder och gränsvärden i SJVFS 2010:55. Mängden klosettwater har beräknats så att TS-halten ligger strax över 3 % i våtkompostsubstratet

Tillsatsmaterial	Halt totalkväve [kg/ton]	Uppskattad avfallsmängd [ton/år]	Mängd totalkväve [kg/år]	Nödvändig spridningsareal [ha, år]
Klosettwater	0,98	2400	2400	14
Skolkök	9,9	120	1200	7,0
Storkök <sup>1</sup>	9,9	37	370	2,2
Restauranger <sup>2</sup>	7,40	41	300	1,8
Eckerö	7,40	100	740	4,4
Totalt nödvändig spridningsareal utan latrintillsats [ha]				29

<sup>1</sup> Sjukvård (Augustjansgården, Birgittagården, Ros produktionskök) och kriminalvården.

<sup>2</sup> Restauranger (Cullinar kök och catering, Restaurang Valhall).

### ***Kadmium-fosforkvot***

Innehållet av kadmium i förhållande i till fosforinnehållet i tre fraktioner redovisas i tabell 24. Alla tre fraktioner ligger långt under det svenska gränsvärdet för mineralgödsel, 100 mg Cd/kg P (Naturvårdsverket, 2008c).

*Tabell 24. Kadmiuminnehållet uttryckt i mg Cd/kg P för de tre fraktionerna som analyserats utifrån tungmetaller*

Prov	Kadmium [mg/ton]	Totalfosfor [kg/ton]	Förhållande [mg Cd/kg P]
Roden	0,01363 <sup>1</sup>	0,9	15
Cullinar	0,01175 <sup>1</sup>	0,9	13
Fett från fettavskiljare	0,00094	0,03	31

<sup>1</sup>Beräknat från halva detektionsgränsen.

## 5. DISKUSSION

Metoderna som använts i studien var kanske inte optimala för att uppskatta exakta avfallsmängder, men resultaten ger helt klart en uppfattning över vad som finns i Norrtälje kommun. Samtidigt kan man se att analysresultaten i de flesta fall stämmer ganska väl överens med tidigare analysresultat, vilket gör att de kan användas för vidare utvärdering och tolkning av analysresultaten i projektet. De största skillnaderna gällde fett från fettavskiljare och matavfall från Eckerölinjen. För fett från fettavskiljare mättes en TS-halt mellan 2 och 3 % upp (bilaga B3.1.), vilket är lägre än redovisad TS-halt på 4 % i Carlsson & Uldal (2009). Matavfall från Eckerölinjen hade en klart högre TS-halt än matavfall normalt. För fraktionen Eckerö uppmättes TS-halten till 37 % medan övriga matavfallsfraktioner hade en TS-halt runt 25 % (tabell 16) och tidigare studier visar på TS-halter mellan 20 och 30 % för matavfall (tabell B16, bilaga B3.3.). Resultaten var dock inte förvånande. Fraktionen fett från fettavskiljare var vattnigare än normalt och matavfallet från Eckerö innehöll mycket fast material och stor andel ben. Se bilaga B2.2. för karaktärisering av provtagna fraktioner.

Även om det i dagsläget inte finns några gränsvärden som gäller för klosettatten så finns det gränsvärden för avloppsslam och förslag till gränsvärden för avloppsfraktioner. Dessa bör gälla som riktvärden för våtkompostering av klosettatten, se avsnitt 3.2..

### 5.1. ANALYS

#### 5.1.1. Tolkning av analysresultat

##### *Begränsande ämne vid spridning*

Vid beräkning av nödvändig spridningsareal antogs att fosfor är det begränsande ämnet för våtkomposten om latrin ingår. Tillsätts däremot ingen latrin, vilket kan bli ett möjligt framtidsscenario om fastighetsägare väljer andra alternativ på grund av till exempel dyrare behandlingsavgifter för latrintunnor (Palm, pers. medd.), antas kväve bli det begränsande ämnet. Förutom tabell 22 och 23 så redovisas flera resultat i bilaga B4.4., och där är skillnaden på spridningsareal med eller utan latrin tydlig. Då allt komplementmaterial antas tillsättas skulle en spridningsareal på cirka 86 ha krävas vid fosforbegränsning på 22 kg per ha och år men en areal på cirka 65 ha om kvävebegränsningen på 170 kg per ha och år antas dimensionerande för våtkomposten (tabell B44 och B45). Dessa mängder överskrider dock Karbyanläggningens kapacitet på 3000 ton per år. Om man istället utgår från kapaciteten, vilket är mera rimligt, skulle spridningsarealen minska till 66 ha vid fosforbegränsning och 41 ha vid kvävebegränsning (tabell 22/B46 och B47). Utan latrintillsats skulle kväve bli begränsande och arealen skulle minska till cirka 29 ha (tabell 23/B49). Vid fosforbegränsning vore den endast 23 ha (tabell B48). Att arealen minskar så pass mycket förklaras med latrinens närvaro i tidigare fall och dess stora innehåll av växtnäringsämnen och framförallt fosfor (figur 12). Både fosfor- och kväveinnehållet i våtkomposten kommer främst från fraktionerna klosettatten och latrin, men skillnaden mellan fosfor- och kväveinnehåll är mycket mindre hos latrin än hos klosettatten. I latrin är fosforinnehållet drygt en tredjedel av kväveinnehållet medan fosforinnehållet enbart är en tiondel av kväveinnehållet i klosettatten. För matavfall gäller samma förhållande som för klosettatten. Detta resulterar i att mängden kväve inte blir lika dominerande för latrin som för andra organiska material,

vilket kan vara en förklaring till varför fosfor dimensionerar spridningen vid latrintillsats. Latrinen har också en högre fosforhalt än övriga komplementmaterial. En annan anledning till att man kan anta fosforbegränsning är att allt kväve inte är växttillgängligt. Enligt slamförordningen SNFS 1998:4 och Naturvårdsverkets förslag till förordning är det växttillgängliga ammoniumkvävet,  $\text{NH}_4\text{-N}$ , som sätter gränsen. Eftersom inga analysresultat av  $\text{NH}_4\text{-N}$  finns för de, i examensarbetet, analyserade fraktionerna antas här att allt kväve i analyserade substrat är växttillgängligt. Detta ger ett maximalt möjligt värde på mängden kväve som kan bli växttillgängligt. Det är troligt att stor del, men inte allt, av totalkvävet omvandlas till växttillgängligt kväve i form av  $\text{NH}_4\text{-N}$  i våtkomposten (Palm, pers. medd.). En tidigare studie från Jönsson m.fl. (2005) visar att cirka 11 % av totalkvävet hos komposterbart matavfall före behandling förekom som ammoniumkväve, samtidigt som inget nitratkväve förekom.

Kadmium kan komma att bli det begränsande ämnet om man tar hänsyn till de nya gränsvärdena i Naturvårdsverkets förslag till förordning (tabell 21). Men eftersom innehållet av kadmium låg under detektionsgränsen för matavfallsfraktionerna (tabell 18) är det omöjligt att veta hur mycket kadmium som materialet faktiskt innehåller. För att kunna tolka analysresultaten bättre skulle noggrannare analyser krävas. Att, som gjorts här, beräkna utifrån halva detektionsgränsen kan lätt bli förvirrande och missvisande. Det ger ju bara ”förslag” på olika resultat, men säger egentligen inget som vi kan lita på och använda oss av. Däremot ger det en indikation om att man i framtiden bör vara vaksam även över kadmiuminnehållet. Jämför man istället med resultat från tidigare mätningar av kadmiumhalten i matavfall kan man även därifrån dra slutsatsen att man bör vara uppmärksam på kadmiuminnehållet i framtiden. I Jönsson m.fl. (2005) finns resultat på komposterbart hushållsavfall, där medelvärdet från mätningarna visar på ett kadmiuminnehåll hos hushållsavfallet på cirka 0,043 mg Cd/kg. Detta kadmiuminnehåll stämmer ganska bra överens med kadmiuminnehållet vid detektionsgränsen för Cullinar och Roden, vilket är 0,050 mg Cd/kg. Alltså är det också nästan dubbelt så stort som kadmiuminnehållet vid halva detektionsgränsen vilket är värdet som användes vid arealberäkningarna (tabell 21). Det lägsta kadmiuminnehållet i ett enskilt prov i studien var 0,029 mg/kg (Jönsson m.fl., 2005) och även det överstiger värdet som använts för arealberäkningarna (tabell 21). Utifrån resultaten i Jönsson m.fl. (2005) finns det alltså anledning att tro att kadmiuminnehållet i de analyserade matavfallsfraktionerna i studien ligger nära detektionsgränsen (tabell 18).

### ***Kadmium-fosforkvot***

När det gäller gödsel pratar man ofta om kadmiuminnehållet uttryckt i mg kadmium per kg fosfor. Sveriges nationella gränsvärde för kadmiuminnehållet i mineralgödsel är för närvarande 100 mg Cd/kg P (Naturvårdsverket, 2008c). Riskerna med kadmium och metallens påverkan på miljön och människohälsan i svenska förhållanden är några frågor som Kemikalieinspektionen (KemI) har arbetat med under år 2010. Utifrån deras resultat bör eventuellt ett lägre nationellt gränsvärde införas (KemI, 2010). Eftersom det arbetas med förslag på nya gränsvärden för gödsel finns det anledning att tro att även våtkompost som gödselmedel kommer att påverkas av ett sådant gränsvärde i framtiden. Samtidigt kan

kadmium med en framtida förordning för avloppsfraktioner och med de idag föreslagna gränsvärdena bli det begränsande ämnet för spridning av substraten.

Om man jämför analysresultatens kadmiuminnehåll uttryckt i mg kadmium per kg fosfor, för matavfall cirka 15 mg Cd/kg P (tabell 24), med nuvarande svenska gränsvärdet för gödsel ser man att komplementmaterialen ligger långt under gränsvärdet. Detta är inte så förvånande, eftersom Jordbruksverket (2009) uttalat sig om att halterna idag ligger långt under gränsvärdet. Men tolkningen av analysresultaten för kadmium är svår att göra eftersom samtliga analyser visade på halter under detektionsgränsen.

### **5.1.2. Bestämning av energiinnehåll**

Att utföra BOD<sub>7</sub>-analyser är tidskrävande samtidigt som de antas ge ett bra mått på energiutvecklingen (Holm m.fl., 2009). Att bestämma TS-halten är enkelt och går fort, varför det vore önskvärt att hitta samband mellan TS och energiutvecklingen. Utifrån analysresultaten (tabell 16) hittades inget samband mellan de tre provernas BOD<sub>7</sub>-resultat och TS- eller VS-halt (tabell B53 och figur B2 och B3 i bilaga B4.7.). Men eftersom bara tre prover analyserades så går det inte att dra några säkra slutsatser utifrån resultatet. Det skulle dock vara intressant att fortsätta utreda ett eventuellt samband mellan dessa parametrar, eller eventuellt även ett samband mellan andra parametrar som korrelerar med energiutvecklingen. För fortsatt granskande är mer tid, fler analyser och större variation på analysmaterial önskvärt.

### **5.1.3. Representativa resultat**

Något som också är intressant att diskutera är hur representativa analysresultaten är. Från skolköksavfall förväntas ingen större variation i avfallstyp. Detta grundas på att de insamlade fraktionerna var ganska lika mellan de olika skolorna (bilaga B2.2.) och analysresultaten över TS-halt, växtnäringinnehåll och tungmetallinnehåll stämde ganska väl överens mellan proven (tabell 16, 17 och 18). Framförallt karaktäriserades avfallet av stora mängder ris, pasta och potatis (bilaga B2.2.). En viss årstidsvariation för avfall är dock tänkbar, framförallt för frukt och grönt men även för restaurangavfall utifrån livsmedelsval. Hur stor en sådan variation skulle vara är svårt att förutse eftersom inga sådana analyser har gjorts, och frågan är om variationen skulle påverka analysresultatet. För få en uppfattning om hur innehållet i avfallet kan variera och om detta skulle påverka analysresultatet vore det bra att provta avfallet några gånger utspridda över året.

En insamlad och provtagen fraktion som är svår att dra slutsatser om är matavfall från Eckerölinjen. På grund av liten insamlad avfallsmängd från enbart tillagningsköket och med stor andel ben (tabell 15) ansågs provet inte tillräckligt representativt för utförligare analyser. Matavfall från Eckerölinjen får istället jämföras med övrigt provtaget matavfall. Från plockanalysen kan man se att avfallsinnehållet mest liknar restaurangavfallet från Cullinar, med största skillnaden att Eckeröavfallet innehöll en betydande andel ben medan avfallet från Cullinar innehöll en större andel såsigt material och mera grönsaker (bilaga B2.2.). Detta skulle kunna vara en av orsakerna till den högre TS-halten för Eckeröavfallet, 37 %, jämfört med Cullinars TS-halt på 25 % (tabell 16). Eckeröavfallet klassas därför i detta projekt som restaurangavfallet Cullinar och antas ha en TS-halt på 25 %. Med en variation av matavfall

från båtens olika avfallsställen och minskad andel ben skulle TS-halten troligtvis sjunka. Stora mängder ben innebär också att substratet innehåller mycket fosfor (Palm, pers. medd.). Den större andelen grönsaker hos fraktionen Cullinar skulle kunna vara en möjlig förklaring till Cullinars höga kaliuminnehåll som stämmer väl med innehållet för frukt- och gröntfraktionen (tabell 17).

## **5.2. LÄMPLIGHET**

### **5.2.1. Komplementmaterial**

#### ***Storkök och livsmedelsbutiker***

För att komplementmaterial ska vara intressanta och möjliga att våtkompostera krävs att de är rena och källsorterade, annars kan processen störas. Plocksorteringen som utfördes innan malning ger en bild av hur rent avfallet är idag. Eftersom storköken i kommunen vanligtvis inte har någon separat sortering av matavfall, och enbart en förändring av sorteringen i köket gjordes under insamlingsdagarna, känns resultatet med mindre än 1 % oönskade fraktioner i två av fyra fall och mindre än 2 % i övriga fall som ganska positivt (tabell 11). Flera oönskade fraktioner skulle troligen undvikits med två avfallskärl även i matsalen, men den mänskliga faktorn gör att vissa tillfälligheter och misstag ändå är omöjliga att undvika. Förekomsten av bestick är ett exempel på detta. Tidigare studier med plocksortering har visat att bestick är något som förekommer i matsalsavfall, dock drogs slutsatsen att felsortering i restaurangavfall var nästintill försumbar (Edström, 1996). För att införandet av kompostering ska få den effekt som önskas krävs troligen en inlärningsperiod samtidigt som man bör vara tydlig med att informera om vad som gäller och varför detta görs. Hanteringen i köket anses efter plocksorteringen inte vara något problem. Insamlingsdagarna var ett specialfall för verksamheterna och inga rutiner för sortering fanns, men trots detta var köksavfallet nästintill helt rent. Hos livsmedelsbutikerna var den separata sorteringen av frukt, grönt och bröd av god kvalitet. De verksamheter som provtogs har i dagsläget sortering och avfallet var i stort sett helt rent från oönskade fraktioner (tabell 14) och skulle i dagsläget, sett till renheten, kunna användas i en våtkompostanläggning utan säkerhetsbehandling. Hos ICA Supermarket Kryddan, där alla förpackningar runt frukt och grönt togs bort, fanns inga spår efter dessa vid plocksorteringen. I Edström (1996) redovisas dock krympplast och plastformar som felsorterade fraktioner hos livsmedelsbutiker.

#### ***Hushållsavfall***

Hushållens avfall är ett substrat som inte undersökts särskilt noga i detta projekt, utan enbart inventerats gällande vilka mängder som förekommer. Antas hushållsavfallet ha en TS-halt på 33 %, enligt *källsorterat matavfall – hushåll* i Carlsson & Uldal (2009), och hela inventerade mängden antas finnas tillgänglig skulle cirka 57 000 m<sup>3</sup> klosettwater kunna behandlas (tabell B24, bilaga B4.2.) För att klara av att behandla denna klosettwatermängd skulle det krävas knappt tjugo Karbyanläggningar. Samtidigt bör man ha i åtanke att det i dagsläget inte finns några planer på införande av insamling av källsorterat matavfall från hushåll i kommunen (Örnestav, pers. medd.). Substratet är också osäkert och lämpar sig troligen bättre för behandling i biogasanläggning än för våtkompostering (Palm, pers. medd.). Ett alternativ inför framtiden skulle kunna vara att vissa typer av matavfall från hushållet samlas in tillsammans med klosettwater i slutna tanken, vilket möjligtvis skulle kunna innebära en

produkt som når upp till TS-haltens krav och som därför ej skulle behöva så mycket mer komplementmaterial. Detta skulle lösa problematiken med att hitta rätt komplementmaterial i rätt mängder och skulle innebära färre hämtningstillfällen och minskad transport.

### ***Fett från fettavskiljare***

Fett från fettavskiljare är även det ett osäkert substrat, dels eftersom kvaliteten på fettavskiljare och fettavskiljar slam kan variera mycket mellan olika verksamheter, dels eftersom det aldrig har testats i Karby våtkomposteringsanläggning. Den analyserade TS-halten var väldigt låg (tabell 16) och utifrån resultaten i figur 9 ser man att fett från fettavskiljare har för låg TS-halt för att öka mängden behandlingsbart klosettwater. Tvärt om så sänker tillsats av 250 m<sup>3</sup> fett från fettavskiljare mängden klosettwater som kan behandlas. Är syftet att behandla så mycket klosettwater som möjligt kan fett från fettavskiljare alltså inte anses vara ett intressant komplementmaterial för våtkompostering av klosettwater. Lägg där till osäkerheten om hur substratet beter sig i anläggningen. För att säkerställa viss kvalitet skulle det behövas flera provtagningar och analyser på substratet, och det skulle behövas vetenskap om hur substratet beter sig vid behandling. Kan stora fettklumpar sätta stopp i anläggningen? Hur klarar anläggningen varierande kvalitet och varierande vatteninnehåll? Hur mycket kan kemikaliehalten från kökshandtering variera mellan verksamheter och från gång till gång, och hur påverkar det våtkomposten? Utifrån alla dessa osäkerhetsmoment kan man ställa sig frågan om det skulle behövas ständiga kontroller vid tillsats av fettavskiljar slam. En lösning kanske skulle vara att välja ut vissa verksamheter där visst diskmedel etc. används för att på sätt uppnå en säkrare kvalitet. Men frågan är om det är värt allt förarbete och all osäkerhet gällande fett från fettavskiljare sett till vilken mängd klosettwater som kan behandlas.

### **5.2.2. Behandlingsavgift**

Vid behandling och tillsatts av material till våtkompostanläggningen uppstår olika kostnader. Kostnaderna kan vara förknippade med insamling och hämtning, transport, förbehandling och drift av anläggningen. Olika kostnader kan förknippas med olika avfallstyper. För att kompensera för dessa kostnader är det fördelaktigt om en behandlingsavgift kan tas ut för komplementmaterialen. Vid urvalet av organiska restprodukter till provtagning och uppskattning av mängder i detta projekt har enbart komplementmaterial med möjlighet till att ta ut en behandlingsavgift för tagits med. Organiska restprodukter från verksamheter som idag säljer alternativt skänker bort dessa har uteslutits från projektet och finns således ej med i de uppskattade mängderna. Orsaken till detta är att det är svårt att konkurrera om dessa substrat utifrån önskemålen om behandlingsavgift.

Oftast finns det en möjlighet att ta ut en behandlingsavgift för komplementmaterialet. I dagsläget betalar de allra flesta verksamheter för tjänsten avfallshämtning. Samtidigt handlar det hela tiden om att hålla kostnaderna nere hos verksamheterna, varför nya fördelaktiga alternativ är av intresse. Utifrån denna synvinkel vore det fördelaktigt att erbjuda lägre behandlingsavgifter ju mer sorterat och färdigbehandlat materialet är, vilket förhoppningsvis också skulle locka mer tillgängligt komplementmaterial till våtkomposten. När man pratar om behandlingsavgift bör man också ha i åtanke att organiska restprodukter är eftertraktade och att konkurrensen om substrat hela tiden ökar. Framförallt konkurrerar substraten från



Norrtälje som är lämpliga för våtkomposten med biogasanläggningen i Uppsala, då kraven på substraten är ungefär samma vid rötning som vid våtkompostering. Ökad konkurrens minskar möjligheten att ta ut en behandlingsavgift för komplementmaterialet. Att ta ut en behandlingsavgift vid våtkompostering är alltså en balansgång. Behandlingsavgiften ska helst räcka för att täcka de kostnader som uppstår och samtidigt bör den locka en ökad mängd komplementmaterial till våtkomposteringsanläggningen i Karby.

### **5.3. BEHANDLINGSBAR MÄNGD KLOSETTVATTEN**

Att beräkna den mängd klosettvatten som skulle kunna behandlas genom våtkompostering i Norrtälje kommun var svårt eftersom flera olika faktorer spelar in. Mängden komplementmaterial som finns tillgängligt är självklart en viktig faktor, och lika viktig är komplementmaterialets TS-halt. Samtidigt spelar både klosettvattnets och våtkompostsubstratets (slutblandningens) TS-halt en avgörande roll i sammanhanget. Problemet är bara att klosettvattnets TS-halt är ett ganska osäkert värde och att mängden komplementmaterial är svårt att uppskatta. Att TS-halten hos komplementmaterialet eventuellt kan tänkas minska vid malning, om spädning med vatten krävs, bidrar även det till osäkerheten.

#### **5.3.1. Påverkande faktorer**

##### ***TS-halt komplementmaterial***

Ju högre TS-halt komplementmaterialet har desto mer klosettvatten kan behandlas alternativt desto mindre komplementmaterial krävs för att behandla samma volym klosettvatten. TS-halten som användes vid beräkningar var den som bestämdes för det ”torra” materialet (tabell 16). Den tar inte hänsyn till utspädningen som eventuellt kan ske vid malning av materialet. Att använda TS-halten för det ”torra” materialet var ett medvetet val eftersom inga analyser har gjorts på malt och utspätt material och eftersom det är svårt att uppskatta hur mycket TS-halten skulle kunna minska. En annan orsak till valet var att, om det finns behov för spädning av materialet, man späder med klosettvatten och i så fall skulle mängderna inte påverkas av valet av TS-halt. Mängden klosettvatten som beräknats kunna behandlas (figur 9) förutsätter alltså att man vid malningen inte späder med vatten, utan att man vid eventuellt behov av spädning använder klosettvatten.

##### ***TS-halt klosettvatten***

Även klosettvattnets TS-halt påverkar resultatet av behandlingsbar mängd klosettvatten. Att få ett exakt och representativt värde på klosettvattnets kvalitet är svårt, eftersom TS-halten varierar mycket beroende på brukarens beteende och spolteknik. Troligen kan TS-halter mellan 1,5 % och 0,1 % förekomma hos fastigheterna i Norrtälje (Eveborn, pers. medd.). I detta projekt har en TS-halt på 0,39 % använts för klosettvatten, men om denna återspeglar verkligheten är osäker. Värdet är taget från Eveborn m.fl. (2007) och representerar ett medelvärde från hushåll med snålspolande toaletter av märket ”Mini flush” (Malmén & Palm, 2003). Spolvattenvolym var förinställd på cirka 0,8 liter men troligen användes en större volym (Malmén & Palm, 2003). Att klosettvattnets TS-halt kan avvika från det använda i denna rapport bör tas hänsyn till vid tolkning av resultaten. Det vore klokt om man vid Karby regelbundet bestämde TS på det inkommande klosettvattnet, så att man fick bra underlag för hur mycket komplementmaterial som man behöver tillsätta.

### ***TS-halt våtkompostsubstratet***

En annan viktig faktor att ta hänsyn till är våtkompostsubstratets erforderliga TS-halt. I detta projekt har en förväntad TS-halt på 3 % som genomsnittligt minimivärde sett över ett helt år använts. Detta är ett något högre värde än den nedre gränsen på 2 % som anges i avsnitt 3.1.3. Valet av en minimigräns gjordes för att resultatet inte ska ligga på gränsen och säkerheten för behandlingen inte ska riskeras. Sedan kan man fråga sig om det då inte hade varit klokt att använda en ännu högre TS-halt vid beräkningarna, men samtidigt vill man ju också hamna så nära verkligheten som möjligt och kunna behandla så mycket klosettvattnet som möjligt. Enligt Eveborn m.fl. (2007) krävs att materialblandningen ligger så nära den kritiska TS-halten som möjligt för att maximal mängd klosettvattnet ska kunna behandlas. Kritiska TS-halten beror på utomhustemperatur och temperatur på inkommande material (Eveborn m.fl., 2007). Om en genomsnittlig TS-halt på 3 % är en realistisk skattning av den kritiska TS-halten råder det dock osäkerhet om. Orsaker till osäkerheten är framförallt ojämn fördelning av materialtillsatsen under året och temperaturförhållandena beskrivna ovan. Under normala förhållanden ska det dock inte vara något problem.

### ***Tillgänglighet***

Det är inte rimligt att räkna med att alla mängder komplementmaterial som uppskattats genom inventering och beräkningar (figur 9) kommer vara tillgängliga och möjliga att tillsätta våtkomposten direkt, om de ens någonsin kommer bli det. Tillgängligheten varierar, både mängdmässigt och tidsmässigt, och variationen beror bland annat på nuvarande avtal, pris och vilken helhetslösning som erbjuds. För livsmedelsbutiksavfall är det många faktorer som spelar in, medan avfallet från storkök förefaller vara mera lättillgängligt. En första förutsättning för tillsats av komplementmaterial till Karby våtkompostanläggning är att hitta tillgängliga komplementmaterial. En andra förutsättning är att det kan förbehandlas på lämpligt sätt.

Matavfall från skolkök klassas som hushållsavfall och ligger under kommunalt ansvar (Norrtälje kommun, 2009). För att få tillgång till detta flöde krävs att kommunen agerar och ställer krav på källsortering av organiskt avfall. För respektive verksamhet bör detta inte vara någon speciellt stor omställning. Skillnaden är främst att flera olika kärl behövs såväl i matsal som i kök och soputrymme. För att få in de nya rutinerna och förhoppningsvis undvika en del felsortering som kan ske av gammal vana vore en inlärningsperiod nödvändig. Detta flöde, bestående av många små källor, bör vara relativt lättillgängligt och åtkomligt på ganska kort sikt. Främst eftersom det idag inte konkurrerar med något annat avtal och intresset för källsortering är stort. Kommentarer, och även analysresultatet, från projektets insamlingsdagar var positiva men det fanns även viss osäkerhet om renheten från bland annat tallriksskrap. För tillgänglighet krävs att kommunen ställer krav samtidigt som logistiken med hämtning måste ordnas. Övrigt restaurangavfall bör även det vara tillgängligt på relativt kort sikt. Omställningen kan liknas vid den för skolkök och en inlärningsperiod vore att föredra. Även här har intresse för källsortering visats.

Hos Eckerölinjen finns ett punktflöde av matavfall som redan idag källsorteras, vilket innebär att ingen omställningsperiod för personalen krävs. Samtidigt finns det intresse för att det källsorterade matavfallet ska behandlas miljömässigt rätt. Detta flöde bör därför också vara

åtkomligt på ganska kort sikt, men diskussion om avtal, förvaring och hämtning lära vara avgörande och kräva viss tid.

Tillgängligheten av organiska restprodukter från livsmedelsbutiker kan variera mellan olika butiker och beror på en rad olika faktorer. Framförallt är det intresse, avtal, pris, helhetslösning och smidighet som är avgörande för tillgängligheten. Så länge butikernas nuvarande avtal gäller finns ingen möjlighet att få tillgång till avfallet. Sedan kan tillgängligheten också komma att bero på upphandlingen hos respektive verksamhet. Pris, helhetslösning och smidighet har under projektets gång visat sig vara betydelsefulla faktorer inför ett eventuellt nytt beslut om behandling. En helt annan aspekt att ta hänsyn till är vilka typer av organiska restprodukter som kan finnas tillgängliga hos butiken. Har butiken någon källsortering idag? Sorteras all typ av matavfall ut eller handlar det enbart om frukt, grönt och bröd? Hur hanteras förpackat avfall? Dessa frågor är viktiga att ta hänsyn till och bidrar till att variation i tillgänglig avfallsmängd kan förekomma. Att allt matavfall skulle bli tillgängligt ligger längre fram i tiden, framför allt på grund av att det kräver en stor omställning i butiken. Det skulle till exempel betyda att alla förpackning skulle tas bort och frågan är om det verkligen är möjligt. Förpackningar och plast från frukt och grönt togs dock bort i en av de två ”provtagna” butikerna och inga förpackningar träffades på vid plockanalysen (tabell 14). Så i ett framtidsperspektiv kanske alla förpackningar är möjliga att ta bort, men inte i dagsläget. Istället bör man nog till en början rikta in sig på mängden frukt, grönt och bröd som redan idag sorteras ut i flertalet butiker. Men frågan är då hur stor denna mängd är sett till den totala mängden matavfall? Hur skulle det påverka mängden klosettatten som kan behandlas? För svar på detta krävs fler undersökningar. När det gäller livsmedelsbutiker kan man alltså inte dra några slutsatser om tillgängligheten eftersom det beror av flera faktorer, men det finns potential för att även detta substrat ska kunna bli tillgängligt inom en viss tid. Tillgängligheten beror i stor mån av respektive verksamhet och tiden för tillgänglighet antas ligga längre fram i tiden än för matavfall från olika storkök.

### ***Förbehandling***

Även den förbehandling som krävs påverkar tillgängligheten. För att uppnå kravet att materialet ska vara sönderdelat och pumpbart (avsnitt 3.1.3.) behöver komplementmaterialet malas innan det kan tillsättas till Karby våtkomposteringsanläggning. Frågan är hur malningen av materialet genomförs på bästa sätt. Två alternativ diskuteras här, och faktorer som ekonomi, renhet och transport är viktiga att ta hänsyn till. Det är också viktigt att tänka på att kvarnen ska klara av att mala de avfallstyper som kan förekomma. Till exempel innehöll matavfallet från Eckerölinjen mycket ben (tabell 15).

Ett alternativ för storköksavfall är att installera i en avfallsquarn i respektive kök. Det är då vanligt att kvarnen kopplas ihop med ett vakuumsystem som transporterar utspätt och malt avfall till en avfallstank. Detta är en mycket bra lösning, både ut arbetssynpunkt och med tanke på att materialet som transporteras till våtkomposteringsanläggningen är helt rent. En fördel är att personalen själva råkar ut för problem om olämpligt material tillsätts kvarnen, så som till exempel bestick. Detta lär resultera i en mer noggrann sortering av avfallet än om det skickas iväg för att någon annan sedan ska ta hand om det. Däremot innebär alternativet att matavfallet späds vilket resulterar i minskad TS-halt. Det innebär också en stor investering

och skulle dessutom kräva viss ombyggnad hos verksamheten. Samtidigt kan hämtningen glesas ut. Vanligtvis hämtas matavfall ett antal gånger i veckan, men beroende på avfallstankens storlek kan det bli möjligt att hämtning endast sker en gång i månaden eller en gång varannan månad. Här sparar verksamheten in hämtningskostnader samtidigt som man bidrar till en bättre miljö eftersom det innebär minskade antal transporter.

Ett annat alternativ skulle kunna vara att investera i en centralkvarn, det vill säga en gemensam kvarn dit allt organiskt avfall transporteras för att malas. Tyvärr kan man inte vara hundra procent säker att avfallet som transporteras dit är helt rent även om detta vore önskvärt. En centralkvarn skulle därför troligen också innebära investering i någon slags förbehandlingsanläggning eller säkerhetsanläggning för metallavskiljning. Exempel på förbehandling skulle kunna vara en magnettrumma. Frågan är var centralkvarnen ska placeras och vem som ska sköta driften av den? Placeringen bör framförallt ta hänsyn till transportavstånd. Det organiska avfallet måste hämtas i samma utsträckning som det görs idag och det måste transporteras till centralkvarnen för att sedan transporteras till Karby våtkomposteringsanläggning. Vid detta alternativ behöver man investera i en kvarn, en förbehandlingsanläggning och dessutom tillkommer transportkostnader för kommunen.

Författaren har ingen erfarenhet av centralkvarn eller hur denna skulle kunna fungera rent praktiskt, men däremot har två storkök med avfallskvarn med vakuumsystem besökts under projektet. Dessa var båda nöjda med lösningen trots att det har uppstått vissa problem, till exempel stopp i systemet. Ytterligare undersökningar krävs för att avgöra vilket som är det lämpligaste sättet att organisera och sköta förbehandling och malning av komplementmaterialet, kanske kan då ett nytt och bättre alternativ dyka upp.

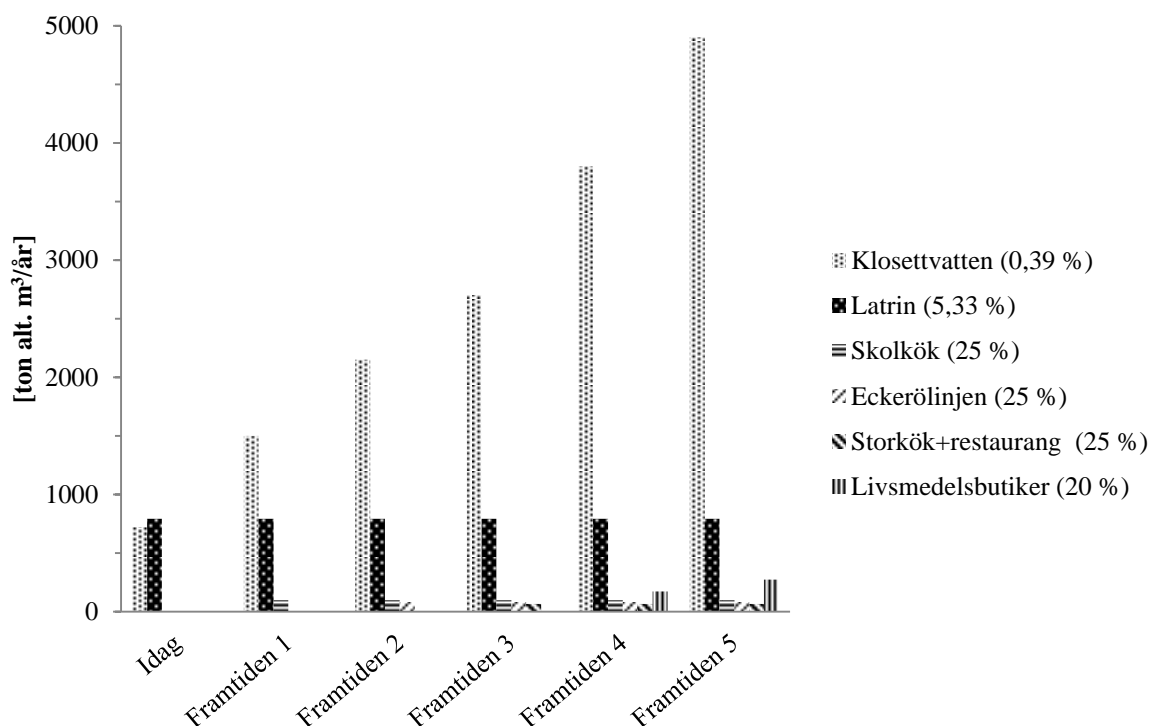
### **5.3.2. Kapacitet i Karby**

Utifrån resultaten över behandlingsbar mängd klosettavfall (figur 9) ser man att det teoretiskt sett finns komplementmaterial för att klara av att använda sig av hela kapaciteten hos Karby våtkomposteringsanläggning. Kapaciteten är på 3000 ton (alternativt  $\text{m}^3$ ) organiskt material per år, och tittar man i figur 9 så ser man att cirka 1400  $\text{m}^3$  komplementmaterial har uppskattats i Norrtälje kommun och dessa skulle tillsammans kunna behandla cirka 5000  $\text{m}^3$  klosettavfall. Räknas matavfall från livsmedelsbutiker bort, med anledning av att det inte finns bra faktaunderlag för TS-halten skulle ändå mer än en tredjedel av Karbyanläggningens kapacitet överskridas (1150  $\text{m}^3$  komplementmaterial och 3100  $\text{m}^3$  klosettavfall, se figur 9). TS-halten på 20 % för livsmedelsbutiker är vald som ett värde mellan TS-halten för frukt och grönt, matavfall och bröd för att få en känsla för vilka mängder klosettavfall denna avfallskälla kan bidra med. En osäker TS-halt samtidigt som en osäkerhet gällande mängden avfall som kan finnas tillgänglig känns som nog argument för att inte inkludera detta i underlaget. Även fett från fettavskiljare och hushållsavfall har räknats bort av den enkla anledningen att tillgången och kvaliteten på dessa substrat är för osäkra. Utifrån mängderna i figur 9 finns det alltså till och med teoretiskt sett komplementmaterial för en halv Karbyanläggning till. Materialöverskottet bör dock i dagsläget ses som en marginal för osäkerheten vid uppskattade mängder än som material för ännu en anläggning. Ser man däremot till hur pass möjligt det är att uppnå dessa behandlingsmängder, så är resultatet

varierande. Detta är ännu en bidragande orsak till att det i dagsläget ej kan anses aktuellt att tänka på uppförandet av flera anläggningar.

Två tänkbara scenarion har tidigare beskrivits (figur 10 och 11) och utifrån båda dessa har cirka 2500 m<sup>3</sup> klosettwater beräknats kunna behandlas under givna antaganden. Denna mängd skulle då motsvara cirka 900 personers klosettwaterförbrukning under ett år, utifrån antagandet att toaletten har en spolningsmängd på 0,8 liter (Malmén & Palm, 2003) och att varje person spolrar 9,5 gånger per dygn (Jönsson m.fl., 2005). I bilaga B4.6. redovisas antaganden och beräkningar för detta. Jämför man mängden med 2009 års behandlade klosettwatermängd, 720 m<sup>3</sup>, skulle detta innebära en ökning med hela 1700 m<sup>3</sup>.

Utifrån resonemang om lämplighet och tillgänglighet bör det vara fullt möjligt att i framtiden utnyttja hela kapaciteten i Karby, under förutsättning att våtkompostanläggningen körs året runt. Kanske kommer mängden tillgängligt komplementmaterial och mängden behandlingsbart klosettwater i framtiden successivt öka enligt figur 13. För exakta värden av respektive tillsatsmaterial hänvisas till bilaga B4.8. Tidsperspektivet för investering i förbehandlingsanläggning bör man ha med i tankarna. Att börja förhandla med olika verksamheter innan man med säkerhet vet att förbehandlingen är möjlig kanske man bör avstå från. Samtidigt kan det kanske vara svårt och oförsvarbart att investera i en förbehandlingsanläggning innan man vet att komplementmaterial finns tillgängligt för behandling i våtkomposten.



Figur 13. Olika framtidsscenarioer baserade på trolig tillgänglighet av komplementmaterial och hur mycket klosettwater som skulle kunna behandlas utifrån komplementmaterialet. Resultatet bygger på antagandet att 80 % av varje komplementmaterials uppskattade mängd finns tillgänglig (bilaga B4.8.) och att TS-halten för respektive komplementmaterial är enligt angivet i parentes.

## 6. SLUTSATSER

- Sett ur kvalitetssynpunkt från projektets analysresultat är matavfall ett lämpligt komplementmaterial för våtkompostering av klosettatten. Matavfall har jämförelsevis ganska högt energiinnehåll (TS-halt), vilket innebär att stora mängder klosettatten kan behandlas, och det har ett lågt innehåll av tungmetaller, vilket tyder på en bra gödselprodukt.
- Matavfall är en källa som finns tillgänglig och uppkommer kontinuerligt. Matavfall från skolkök borde vara det mest lättillgängliga komplementmaterialet i det korta tidsperspektivet.
- Fett från fettavskiljare är ett substrat som ej lämpar sig som komplementmaterial vid våtkompostering av klosettatten, framförallt på grund av sin låga TS-halt. Det bidrar inte till att öka den mängd klosettatten som kan behandlas.
- Det finns förutsättningar för att kunna samla tillräckligt med komplementmaterial inom Norrtälje kommun för att utnyttja hela kapaciteten hos Karby våtkomposteringsanläggning. Om, till exempel, de inventerade mängderna matavfall från skolkök och matavfall från Eckerölinjen skulle tillsättas tillsammans med dagens tillsats av latrin skulle hela kapaciteten hos Karby våtkomposteringsanläggning utnyttjas och cirka 2500 m<sup>3</sup> klosettatten skulle kunna behandlas varje år.
- I dagsläget bedöms det möjligt att ta ut en behandlingsavgift för komplementmaterial. Men konkurrensen om substrat ökar, och det gäller att behandlingsavgifter vägs mot behovet av substrat. Vissa substrat skänks bort eller säljs redan för användning som till exempel foder.
- Tidsperspektivet för tillgängligheten för olika substrat varierar. Men oavsett tillgänglighet så krävs att Norrtälje kommun först hittar en lösning för malning och förbehandling av komplementmaterial innan de är möjliga att sätta till våtkomposten.

## 7. REFERENSER

Avfall Sverige (2007) *Alternativa hygieniseringsmetoder*. Avfall Sverige utveckling, Rapport B2007:01, ISSN 1103-4092.

Avfall Sverige (2010a) Hämtad från: <http://www.avfallsverige.se/avfallshantering/biologisk-aatervinning/animaliska-biprodukter/> (2010-09-28) Senast uppdaterad: 2010-03-03  
Anderzén, C.

Avfall Sverige (2010b) Hämtad från: <http://www.avfallsverige.se/avfallshantering/biologisk-aatervinning/animaliska-biprodukter/kategorier/> (2010-09-28)

Avloppsguiden (2010a) *Sluten tank*. Hämtad från: <http://husagare.avloppsguiden.se/sluten-tank.html> (2010-11-18)

Avloppsguiden (2010b) *Urinsorterande vattentoalett*. Hämtad från: <http://husagare.avloppsguiden.se/urinsorterande-vattentoalett.html> (2010-11-18)

Carlsson, M., Uldal, M. (2009) *Substrathandbok för biogasproduktion*. Rapport SGC 200. Svenskt Gastekniskt Center AB. Malmö.

Eaton, A. D., Clesceri, L. S., Rice, E. W., Greenberg, A. E. (2005) *Standard methods for the examination of water & wastewater*. 21st Edition, American Public Health Association. New York.

Edström, M. (1996) *Biogas och växtnäring kretslopp stad-land. Röttningsförsök med organiskt avfall i Uppsala. (Bilagor till JTI-rapport Kretslopp & Avfall nr 2 "Biogas och växtnäring kretslopp stad-land")*. Jordbrukstekniska institutet, JTI-rapport Kretslopp & Avfall 2, Uppsala.

EG (2002) *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*. EU-förordningen, EG nr 1774/2002.

Eveborn, D., Malmén, L., Persson, L., Palm, O., Edström, M. (2007) *Våtkompostering för kretsloppsanpassning av enskilda avlopp i Norrtälje kommun*. JTI-Institutet för jordbruks- och miljöteknik, JTI-rapport Kretslopp & Avfall 38, Uppsala.

Holm, C., Eveborn, D., Nordberg, U., Persson, L. (2009) *Latrin i kretslopp – teknik och resursanvändning vid hantering i ett våtkomposteringssystem*. JTI-Institutet för jordbruks- och miljöteknik, JTI-rapport Kretslopp & Avfall 45, Uppsala.

Jordbruksverket (2009). *Remiss promemoria om slopad skatt på gödselmedel*. Hämtad från: <http://www.jordbruksverket.se/download/18.62af51191240430af4d80003803/2009-09-30+Dnr09576+09+slopad+skatt+p%C3%A5+g%C3%B6dselmedel.pdf> (2011-03-01) Senast uppdaterad: 2009-09-30.

JTI (2003). *Enskilda avlopp – problem och möjligheter*. JTI –Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Övriga rapporter, Uppsala.

JTI (2008). *Små avlopp ska vara enkla*. JTI –Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Övriga rapporter, Uppsala.

Jönsson, H., Eklind, Y., Albihn, A., Jarvis, Å., Kylin, H., Nilsson, M-L., Nordberg, Å., Pell, M., Schnürer, A., Schöning, C., Sundh, I., Sundqvist, J-O. (2003) *Samhällets organiska avfall –en resurs i kretsloppet*. FAKTA Jordbruk, Sammanfattar aktuell forskning, Nr 1-2, SLU, Uppsala.

Jönsson, H., Baky, A., Jeppsson, U., Hellström, D., Kärrman, E. (2005) *Composition of urine, faeces, greywater and biowaste for utilisation in the URWARE model*. Report 2005:6, Urban Water, Chalmers University of Technology, Göteborg.

KemI (2010) *Aktuella regeringsuppdrag*. Kemikalieinspektionen. Hämtad från: <http://kemi.se/templates/Newslist.aspx?id=4027> (2010-11-29)

Länsstyrelsen i Stockholms län (2008) *Jordbruket i Stockholms län. En statistisk sammanställning*. Rapport 2008:22. Länsstyrelsen Stockholms län.

Malmén, L. (1999) *Kretsloppsanpassning av hushållens avlopp och organiska köksavfall på Vätö*. Jordbrukstekniska institutet, JTI-rapport Kretslopp & Avfall 20, Uppsala.

Malmén, L. (2005) *Våtkompostering –maten du åt kan bli bra gödsel*. JTI-Institutet för jordbruks- och miljöteknik, JTI informerar nr 109, Uppsala.

Malmén, L., Palm, O. (2003) *Uppsamling, våtkompostering och användning av klosettwater och organiskt avfall i Sunds kommun, Åland*. JTI-Institutet för jordbruks- och miljöteknik, JTI-rapport Kretslopp & Avfall 27, Uppsala.

Miljöprövningsdelegationen, Länsstyrelsen i Stockholms län (2002) *Tillstånd enligt miljöbalken till mottagning och behandling av avfall genom våtkompostering på fastigheten Estuna-Karby 1:2, Norrtälje kommun*. Länsstyrelsen. Stockholm.

Naturvårdsverket (2008a) *Rening av avloppsvatten i Sverige 2008*. Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket (2008b) *Små avloppsanläggningar. Handbok till allmänna råd, 2008:3*. Naturvårdsverket, Miljörättsavdelningen, Handbok 2008:3, Utgåva 1, Stockholm.

Naturvårdsverket (2008c) *Sveriges åtagande i Baltic Sea Action Plan. Förslag till nationell åtgärdsplan*. Naturvårdsverket, Stockholm. Hämtad från: [http://www.naturvardsverket.se/upload/04\\_arbete\\_med\\_naturvard/Havsmiljo/Sveriges\\_atagandeBalticSeaActionPlan.pdf](http://www.naturvardsverket.se/upload/04_arbete_med_naturvard/Havsmiljo/Sveriges_atagandeBalticSeaActionPlan.pdf) (2011-01-10) Senast uppdaterad: 2010-07-29.

Naturvårdsverket (2010a) *Siffror om avloppsrening*. Hämtad från: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Avlopp/Siffror-om-avloppsvattenrening/> (2010-08-25) Senast uppdaterad: 2010-07-29.



Naturvårdsverket (2010b) *Förslag till förordning*. Hämtad från: [http://www.naturvardsverket.se/upload/30\\_global\\_meny/02\\_aktuellt/yttranden/Sa\\_har\\_vill\\_vi\\_aterfora\\_mer\\_fosfor\\_till\\_kretsloppet/Bilaga\\_1\\_Forslag\\_till\\_forordning.pdf](http://www.naturvardsverket.se/upload/30_global_meny/02_aktuellt/yttranden/Sa_har_vill_vi_aterfora_mer_fosfor_till_kretsloppet/Bilaga_1_Forslag_till_forordning.pdf) (2010-12-07)

Naturvårdsverket (2010c) *Redovisning av regeringsuppdrag 21. Uppdatering av "Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp*. Naturvårdsverket, Stockholm. Hämtad från: [http://www.naturvardsverket.se/upload/30\\_global\\_meny/02\\_aktuellt/yttranden/Sa\\_har\\_vill\\_vi\\_aterfora\\_mer\\_fosfor\\_till\\_kretsloppet/Uppdatering\\_av\\_Aktionsplan\\_for\\_aterforing\\_av\\_fosfor\\_ur\\_avlopp.pdf](http://www.naturvardsverket.se/upload/30_global_meny/02_aktuellt/yttranden/Sa_har_vill_vi_aterfora_mer_fosfor_till_kretsloppet/Uppdatering_av_Aktionsplan_for_aterforing_av_fosfor_ur_avlopp.pdf) (2010-12-07)

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

Norin, E. (1995) *AEROB TERMOFIL SLAMSTABILISERING –processteknik och tillämpningar*. VATTEN 51 (3), 227-234. Lund.

Norin, E. (1996a) *Våtkompostering i ett lokalt, kretsloppsbaseerat behandlingssystem för toalett- och köksavfall. Förstudie av planerad bebyggelse i Horn, Västerås kommun*. Jordbrukstekniska institutet, JTI-rapport Kretslopp & Avfall Nr 5, Uppsala.

Norin, E. (1996b) *Våtkompostering som stabiliserings- och hygieniseringsmetod för organiskt avfall. Försök i pilotskala med svartvatten, köksavfall och gödsel*. JTI-rapport Kretslopp och avfall Nr 3, Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.

Norrtälje kommun (2006) *VA-policy för Norrtälje kommun*. Norrtälje kommun, Tekniska kontoret, Norrtälje.

Norrtälje kommun (2009) *Föreskrifter om avfallshantering för Norrtälje kommun gällande från och med år 2010*. Norrtälje kommun, TEKNIK OCH SERVICE, Renhållning, Norrtälje.

Norrtälje kommun (2010a). Hämtad från: <http://www.norrtalje.se/kommun-och-politik/Kommunfakta/Befolkning/Befolkning/> (2010-10-25) Senast uppdaterad: 2010-09-22.

Norrtälje kommun (2010b). Hämtad från: <http://www.norrtalje.se/kommun-och-politik/Kommunfakta/Befolkning/Fritidshus/Bostadsbyggnader-for-fritidsandamal/> (2010-11-04) Senast uppdaterad: 2010-09-13.

Norrtälje kommun (2010c). Hämtad från: <http://www.norrtalje.se/Trafik-och-infrastruktur/Samhallsutveckling-och-planering/Oversiktsplan/Landsbygd-och-skargard/> (2010-11-05) Senast uppdaterad: 2010-02-16.

Palm, O., Richert Stintzing, A. (2009) *System för kvalitetssäkring och jordbruksanvändning av källsorterade avloppsfraktioner från hushåll*. JTI-Institutet för jordbruks- och miljöteknik, JTI-rapport Kretslopp & Avfall 44, Uppsala.

RVF (2006) *Matavfall från restauranger, storkök och butiker. Nyckeltal med användarhandledning. RVF rapport 2006:07*. Svenska renhållningsverksföreningen, RVF Utveckling 2006:07, Daleke Grafiska.

SFS (1998) *Förordning (1998:944) om förbud m.m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter*. Svensk författningssamling, 1998:944. Utfärdad 1998-06-25.

SJVFS (2010) *Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring*. Statens jordbruksverks författningssamling, 2010:55. Tryckt: 2010-07-09. ISSN 1102-0970.

SNFS (1994) *Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket*. Statens naturvårdsverks författningssamling, 1994:2 MS:72. Tryckt: 1994-07-18. ISSN 0347-5301.

SNFS (1998) *Kungörelse med föreskrifter om ändring i kungörelsen (SNFS 1994:2) med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket*. Statens naturvårdsverks författningssamling, 1998:4. Tryckt: 1998-07-24. ISSN 0347-5301.

Vinnerås, B. (2005) *Hygienisering av klosettvattnen för säker växtnäringåterförsel till livsmedelsproduktionen*. SLU –Institutionen för biometri och teknik, Statens Veterinärmedicinska Anstalt, Institutionsrapport –miljö, teknik och lantbruk 2005:04. Uppsala.

Wikberg, A., Blomberg, M., Mathisen, B. (1998) *Composition of Waste from Slaughterhouses, Restaurants and Food Distributors*. Final report. AFR-report 234. AFN, Naturvårdsverket. Stockholm.

## **7.1. PERSONLIG KOMMUNIKATION**

Ascue, Johnny. Laboratorieingenjör, Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI).

Blom, Angelika. Rådgivare Biologisk Återvinning, Avfall Sverige. 2010-12-14.

Carlsson, Thomas. Varuhuschef, Coop Forum Norrtälje. 2011-01-31.

Dahlqvist, Peter. Driftledare, Teknik och Service/Renhållningen, Norrtälje kommun. 2010-09-21, 2010-12-02.

Eveborn, David. Biträdande forskare, Avfall och avlopp, Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI).

Fajic, Beri. Renhållningsanläggare, Vallentuna kommun. 2010-10-13. 2010-10-18.

Gårdstam, Linda. Miljörättsavdelningen, Enheten för miljöfarlig verksamhet, Naturvårdsverket. 2010-12-06.

Jönsson, Håkan. Professor energi och teknik, kretsloppsteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU).

Kaya, Sibell. Barn och utbildningskontoret, Norrtälje kommun. 2010-12-15.

Lingsten, Anders. Ansvarig avfallshantering, Roslagsvatten AB. 2010-10-14.

Palm, Ola. Utvecklingschef, vice VD, Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI).

Sjöblom, Joakim. Spolbilschaufför, Ragn-Sells. 2010-11-23.

Torstensson, Hans-Olof. Produktionsenhetschef, Ragn-Sells. 2010-10-06. 2010-11-26.

Westman, Viveka. Utbildningsadministratör, Roden gymnasium. 2010-12-16.

Widell, Stig. Chef foderkvalitetsenheten, Jordbruksverket (SJV), 2010-11-05.

Örnstäv, Jörgen. Avdelningschef, Teknik och Service/Renhållningen, Norrtälje kommun. 2010-09-27. 2010-10-04. 2010-10-14.

## BILAGA 1. INVENTERING

### B1.1. INVENTERINGSRESULTAT

I tabell B1 till B6 redovisas resultatet från inventeringen för olika verksamheter. Mängden organiskt avfall är i samtliga fall en uppskattning av de olika organiska avfallstyperna och den exakta och riktiga avfallsmängden kan avvika från dessa värden. Uppgiftslämnare för respektive verksamhet redovisas i bilaga B1.2..

Tabell B 1. Inventering av organiskt avfall hos skolkök i Norrtälje kommun

Skolkök	Sortering av organiskt avfall?	Organisk avfallstyp	Organiskt avfallsmängd [kg alt. liter/dag]
Bålbroskolan (mottagningskök)	Nej.	Tillagning, tallriksskrap, överblivet framtaget	ca. 20 liter/dag <sup>1,3</sup>
Ekebyholmskolan (tillagningskök, privat)	Ja.	Tillagning, överblivet	<10 liter/dag
Elmstaskolan (tillagningskök)	Ja, försöker.	Tillagning, tallriksskrap, överblivet	ca. 20 liter/dag <sup>1</sup>
Freinetskolan mimer (tillagningskök, Ek förening.)	Nej.	Tillagning, tallriksskrap, överblivet	ca. 35 liter/dag <sup>1</sup>
Grindskolan (tillagningskök)	Nej.	Tillagning, tallriksskrap, överblivet	- <sup>6</sup>
Hallstaenheten (tillagningskök)	Nej.	Tillagning, tallriksskrap, överblivet	ca. 100 liter/dag
Lommarskolan (tillagningskök)	Nej.	Tillagning, tallriksskrap, överblivet	10-20 kg/dag <sup>1</sup>
Långsjöskolan (tillagningskök)	Nej.	Tillagning, tallriksskrap, överbliven	ca. 100 liter/dag <sup>2</sup>
Lännaskolan (tillagningskök)	Nej, försöker i matsal.	Tillagning, tallriksskrap, överblivet	ca. 20 liter/dag <sup>1,3,4</sup>
Roden gymnasium (tillagningskök)	Nej, en del köksrester.	Tillagning, överblivet	10-15 kg/dag <sup>1, 4,5</sup>
Roslagsskolan (mottagningskök)	Nej.	Tallriksrester	10-20 liter/dag <sup>1</sup>
Svanbergaskolan (mottagningskök)	Nej.	Tallriksskrap, överblivet.	ca. 10 liter/dag <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Uppskattad snittmängd.

<sup>2</sup> Uppskattning utifrån sopsäckar.

<sup>3</sup> Uppskattning utifrån 20 liters mjölkkartonger.

<sup>4</sup> Vägtest av mängden matavfall har utförts, se resultatet i B1.3. Vägning av matavfall hos två skolkök..

<sup>5</sup> Tallriksskrap förekommer också, men kan inte uppskatta detta. Angiven uppskattad snittmängd innehåller inte någon mängd för matsalsavfall.

<sup>6</sup> Uppgift saknas p.g.a. svårt att uppskatta mängd.

Tabell B 2. Inventering av organiskt avfall hos storkök i Norrtälje kommun

Storkök/restauranger	Sortering av organiskt avfall?	Organisk avfallstyp	Organiskt avfallsmängd [kg alt. liter/dag]
Augustjansgården (tillagningskök TioHundra)	Nej.	Tillagning, överblivet avdelningar	ca. 15-20 kg/dag <sup>1</sup>
Birgittagården (tillagningskök TioHundra)	Nej.	Tillagning, rester matsal (tallriksskrap, överblivet)	ca. 10 liter/dag <sup>1</sup>
Ros produktionskök (tillagningskök TioHundra)	Ja, matavfallskvarn.	Tillagning, tallriksskrap, överblivet.	ca. 60 liter/dag <sup>1, 6</sup>
Kriminalvården (tillagningskök)	Ja.	Tillagning (endast köket)	ca. 10-15 liter/dag <sup>1, 4</sup>
Cullinar kök och catering (lunchrestaurang, tillagningskök)	Nej.	Tillagning, tallriksskrap	ca. 120 liter/dag <sup>1, 2</sup>
Restaurang Valhall (restaurang, tillagningskök)		Tillagning, tallriksskrap	ca. 10-12 kg/dag <sup>1, 7</sup>
McDonalds Norrtälje (hamburgerrestaurang)	Ja, främst matavfall från köket.	Färdig mat från tillagning	ca. 40-60 liter/dag <sup>1, 3, 5</sup>

<sup>1</sup> Uppskattad snittmängd.

<sup>2</sup> Uppskattning utifrån sopsäckar.

<sup>3</sup> Uppskattning utifrån kärstorlek.

<sup>4</sup> Beräknat för antagen 7-dagars vecka, utifrån uppskattad mängd 70-100 liter/vecka.

<sup>5</sup> Beräknat för antagen 7-dagars vecka, utifrån uppskattad mängd 280-400 liter/vecka.

<sup>6</sup> Vid fel på matavfallskvarnen uppkom cirka 300 liter matavfall på 4-5 dagar, uppskattad mängd utifrån detta.

<sup>7</sup> Varierar mellan cirka 6-15 kg/dag (uppskattad mängd).

Tabell B 3. Inventering av organiskt avfall hos livsmedelsbutiker i Norrtälje kommun. Avfallsmängderna avfall/år är beräknad avfallsmängd utifrån de uppskattade avfallsmängderna för att få ett värde möjligt att jämföra mellan butikerna

Livsmedels-butik	Sortering av organiskt avfall?	Avfallstyp	Avfallsmängd [vikt alt. volym/tidsenhet]	Avfallsmängd [ton alt. m <sup>3</sup> /år]
ICA Kvantum Flygfyren	Ja (container för organiskt)	Allt organiskt: frukt och grönt, bröd, kött, fisk, blommor, blomjord, tillagningskök, chark.	Juni-aug: 30 ton/mån <sup>1</sup> Sep-maj: 25 ton/mån <sup>1</sup> (Juli 2010: 31,46 ton)	300 ton/år <sup>3</sup>
ICA Nära Gräddö	Nej	Matavfall tillsammans med övrigt hushållsavfall	600 liter hushållsavfall totalt/vecka <sup>1</sup>	-
ICA Supermarket Norrköp	Ja	Frukt och grönt, Bröd, Tillagat	Frukt och grönt: 80 liter/dag <sup>1</sup> , Bröd: 100-200 liter varannan dag <sup>1</sup> , Tillagat: 5 liter/dag <sup>1</sup>	
ICA Supermarket Kryddan	Ja	Frukt och grönt (tar bort plast), Bröd <sup>4</sup>	16511 kg/år <sup>2</sup>	16,5 ton/år <sup>2</sup>
ICA Supermarket Rimbo <sup>5</sup>	-	-	-	-
ICA Supermarket Hallstavik	Ja	Frukt och grönt, bröd (plast sprättas bort), tillagat	4-5 kärl á 160 liter/vecka <sup>1</sup>	33 m <sup>3</sup> /år <sup>3</sup>
ICA Bergshamra <sup>5</sup>	-	-	-	-
ICA Supermarket Väddö	Ja	Grönsaker, Chark + ost, Matspill tillagningskök, Bröd <sup>4</sup>	25470 kg/år <sup>2</sup>	25,5 ton/år <sup>2</sup>
Coop Forum Norrtälje	Ja	Frukt och grönt (ej plast)	120 liter/dag <sup>1</sup>	43 m <sup>3</sup> /år <sup>3</sup>
Coop Nära Grind	Ja	Frukt och grönt (endast lösvikt), bröd	120 liter/vecka <sup>1</sup>	6 m <sup>3</sup> /år <sup>3</sup>
Willys Norrtälje	Ja	Frukt och grönt	8 m <sup>3</sup> varannan/var tredje vecka <sup>1</sup>	138 m <sup>3</sup> /år <sup>3</sup>
Lidl <sup>5</sup>	Nej	-	-	-

<sup>1</sup> Uppskattad mängd (den riktiga exakta avfallsmängden kan avvika från dessa värden).

<sup>2</sup> Totalvikt för år 2009.

<sup>3</sup> Beräknad mängd/år utifrån uppskattad avfallsmängd från livsmedelsbutikerna (den riktiga exakta avfallsmängden kan avvika från dessa värden).

<sup>4</sup> Varje fraktion sorterad för sig.

<sup>5</sup> Ej intresse/tid.

Tabell B 4. Inventering av organiskt avfall hos större livsmedelsbutiker i Österåker- och Vallentuna kommun. Avfallsmängderna avfall/år är beräknad avfallsmängd utifrån de uppskattade avfallsmängderna för att få ett värde möjligt att jämföra mellan butikerna

Livsmedelsbutik (kommun)	Sortering av organiskt avfall?	Avfallstyp	Avfallsmängd [vikt alt. volym/tidsenhet]	Avfallsmängd [ton alt. m <sup>3</sup> /år]
VI Favoriten (Österåker)	Ja (container för organiskt)	Allt livsmedelsavfall: kött, fisk, bröd, smör, mjölk, frukt o grönt, ris	7-10m <sup>3</sup> varannan vecka <sup>1</sup>	200 m <sup>3</sup> /år <sup>2</sup>
Willys (Österåker)	Ja	Frukt och grönt	drygt 50 kg/dag <sup>1</sup>	18 ton/år <sup>2</sup>
ICA Kvantum Vallentuna (Vallentuna)	Ja	Frukt och grönt	30 ton/år <sup>1</sup>	30 ton/år <sup>1</sup>
Coop Extra Vallentuna (Vallentuna)	Ja	Frukt och grönt, ost o bröd (ibland)	25 kärl á 140 liter/vecka <sup>1</sup>	180 m <sup>3</sup> /år <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Uppskattad mängd (den riktiga exakta avfallsmängden kan avvika från dessa värden).

<sup>2</sup> Beräknad mängd/år utifrån uppskattad avfallsmängd från livsmedelsbutikerna (den riktiga exakta avfallsmängden kan avvika från dessa värden).

Tabell B 5. Inventering av organiskt avfall från övriga verksamheter (ej storkök och livsmedelsbutiker) i Norrtälje-, Österåker- och Vallentuna kommun

Övrig verksamhet	Verksamhetstyp	Sortering av organiskt avfall?	Avfallstyp	Avfallsmängd [ton/år]
<i>Norrtälje kommun:</i>				
Jesses Deli	Grossist av såser, röror, glazers	-	-	Mycket liten (mycket köps in klart)
Anjous Potatis och Grönsaker	Potatisgrossist/potatisodlare	Ja.	Potatis (rutten, grön etc.), små mängder grönsaker	200 ton/år <sup>2</sup>
Eckerölinjen	Ålandsfärja Eckerö	Ja.	Tillagning kök, tallriksrester, överbliven mat.	100 ton/år <sup>1</sup>
M/S Rosella	Ålandsfärja Viking Line	Ja, matavfallskvarnar (blandas med avfallsvattnet)	Matavfall samt avfallsvatten (svartvatten + gråvatten).	
<i>Vallentuna kommun:</i>				
Ländia konfektyr (Vallentuna)	Tillverkning av choklad- och cocosbollar	-	-	Mycket liten (lite som blir över vid tillverkning)

<sup>1</sup> Uppskattad mängd (den riktiga exakta avfallsmängden kan avvika från dessa värden).

<sup>2</sup> Totalvikt för år 2009.

Tabell B 6. Förekomsten av frityrfett hos några verksamheter i Norrtälje kommun. Årsmängderna är beräknade utifrån de uppskattade avfallsmängderna för att möjliggöra jämförande mellan butikerna (den riktiga exakta avfallsmängden kan avvika från dessa värden)

Verksamhet frityrfett	Uppskattad mängd [liter/vecka]	Beräknad årsmängd [m <sup>3</sup> /år]
ICA Kvantum Flygfyren	3 tunnor á 250 liter/vecka <sup>1</sup>	39 m <sup>3</sup> /år <sup>2</sup>
Coop Forum Norrtälje	-	0,8 m <sup>3</sup> /år <sup>2</sup>
ICA Supermarket Hallstavik	15-20 liter/vecka <sup>1</sup>	0,8 m <sup>3</sup> /år <sup>2</sup>
McDonalds	100-200 liter/vecka <sup>1</sup>	7,8 m <sup>3</sup> /år <sup>2</sup>
Eckerölinjen	20 liter/vecka lågsäsong <sup>1</sup> 80-100 liter/vecka högsäsong <sup>1</sup>	0,54 m <sup>3</sup> /år <sup>2</sup> (antar 5 månader högsäsong, 7 mån lågsäsong)

<sup>1</sup> Uppskattad mängd (den riktiga exakta avfallsmängden kan avvika från dessa värden).

<sup>2</sup> Beräknad mängd/år utifrån uppskattad avfallsmängd från livsmedelsbutikerna (den riktiga exakta avfallsmängden kan avvika från dessa värden).



## B1.2. UPPGIFTSLÄMNARE INVENTERING

### ***Storkök***

Roslagsskolan	Marie Karlström
Roden gymnasium	Kjell Gustavsson
Svanbergaskolan	Jonas Thunberg
Lommarskolan	Bengt Hedensjö
Grindskolan	David Falk
Långsjöskolan:	Ina Brundin
Bålbroskolan	Margaretha Karlsson
Elmstaskolan	Michael Lindström
Lännaskolan	Eva Allwin
Freinetskolan Mimer	Anneli Frohm
Hallstaenheten	Nina Melen
Ekebyholmskolan	Jan Cederström

Ros produktionskök	Christine Tibblin
Augustjansgården	Ingela Blomkvist
Birgittagården	Pia Larsson
Kriminalvårdsanstalten	Dahn Hjort

Cullinar kök och catering	Andreas Mattson/Björn
Restaurang Valhall	Jimmy Uneskog
McDonalds Norrtälje	Ida Wärlinder

### ***Livsmedelsbutiker***

ICA Kvantum Flygfyren	Per
ICA Nära Gräddö	Peter Horwitz
ICA Supermarket Norrköp	Tobias Larsson
ICA Supermarket Kryddan	Jonas Jansson/Mattias Jansson
ICA Supermarket Rimbo	-
ICA Supermarket Hallstavik	Susanne Forsen
ICA Bergshamra	-
ICA Supermarket Vaddö	Mikael Sigg
Coop Forum Norrtälje	Henrik Bergström
Coop Grind Nära	Christer
Willys Norrtälje	Anders Lundberg
Lidl	- <i>Ej möjligt att kontakta butiken.</i>

VI Favoriten (Österåker)	Tomas Fröblom
Willys (Österåker)	-
ICA Kvantum Vallentuna (Vallentuna)	Christer Jonasson (mail)
Coop Extra Vallentuna	Erik Askfors

### ***Övrigt***

Eckerölinjen	Krister Karlsson
M/S Rosella	Susanna Airola
Anjous Potatis	Tomas Eriksson
Jesses deli	Mark Debeer
Ländia konfektyr	- <i>Mailkontakt, icke personliga mailsvar.</i>

### B1.3. VÄGNING AV MATAVFALL HOS TVÅ SKOLKÖK

Två skolkök av varierande storlek, Lännaskolan och Roden gymnasium, vägde matavfallet som uppkom under sex till åtta dagar för att få ett mer exakt och representativt värde på avfallsmängden från storkök, se tabell B7. Resultatet visar att medelmängden matavfall per dag var cirka 24 kg hos Lännaskolan och 35 kg hos Roden gymnasium. Resultaten visar också att mängderna kan variera mycket mellan olika dagar.

Tabell B 7. Vägning av matavfall hos två skolkök i Norrtälje. Lännaskolan vägde matavfallet under sex dagar, och Roden gymnasium vägde matavfallet under åtta dagar

Skola	Portioner [antal/dag]	Ätande [antal/dag]	Vägning [antal dagar]	Mängd/dag [kg/dag]	Medelmängd/dag [kg/dag]
Länna- skolan	400	300	6	30, 22, 24, 26, 19, 22	24
Roden gymnasium	2200	900	8	51 <sup>1</sup> , 50 <sup>1</sup> , 20 <sup>1</sup> , 15, 27, 52, 29, 86	35

<sup>1</sup>Mängden matavfall från tallriksskrap är ej medräknat.

## BILAGA 2. PROVTAGNING

### B2.1. OÖNSKADE FRAKTIONER HOS PROVTAGET MATAV FALL FRÅN STORKÖK

Tabell B8 innehåller resultat från plocksorteringen av matavfallsfraktioner, och redovisar mängder av olika önskade fraktioner och vad dessa bestod av.

*Tabell B 8. Mängden önskade fraktioner efter tre dagars matavfallsinsamling. De önskade fraktionerna är inte rengjorda från matrester, vilket resulterar i något högre vikt än deras rena vikt*

Storkök	Plast [kg]	Metall [kg]	Kartong [kg]	Övrigt [kg]	Totalt önskat [kg]
Lännaskolan	0,45 <sup>1</sup>	< 0,01 <sup>2</sup>	0,61 <sup>3</sup>	-	1,07
Lommarskolan	0,05 <sup>4</sup>	0,13 <sup>5</sup>	0,05 <sup>6</sup>	-	0,23
Roden gymnasium	0,36 <sup>7</sup>	0,23 <sup>8</sup>	4,43 <sup>9</sup>	0,04 <sup>10</sup>	5,06
Cullinar kök och catering	0,48 <sup>11</sup>	< 0,01 <sup>12</sup>	-	0,19 <sup>13</sup>	0,68

<sup>1</sup> Enbart portionssmörpaket från matsalen.

<sup>2</sup> Liten bit från förpackning.

<sup>3</sup> Papperstallrikar vid sopplunch från matsalsavfallet.

<sup>4</sup> Plasthandske, tejpbit, sugrörplast (köksavfall). Plastpåse, mjölkpip, smörpaket, näsdukspaket, kanyl (matsalsavfall).

<sup>5</sup> Två knivar, en gaffel (matsalsavfall).

<sup>6</sup> Skrivpapper (köksavfall och matsalsavfall).

<sup>7</sup> Två petflaskor, plastmuggar, plastsked, stort smörpaket, godispapper, snusdosa, plastfolie, plasthandskar, sugrörplast, mjölkpip.

<sup>8</sup> Åtta gafflar, pillerförpackning.

<sup>9</sup> Pappmuggar, tuggummipaket, cigarettpaket, skrivpapper, pappåsar, tepåseförpackningar. 0,39 kg består av stor hög "torky"-papper. 3,97 kg består av papptallrikar från sopplunch.

<sup>10</sup> Kaffefilter, tepåsar, snus.

<sup>11</sup> Stort smörpaket innehållande smör, stort plastlock, stora mängder plastfolie (0,14 kg).

<sup>12</sup> En kapsyl.

<sup>13</sup> Rå kycklingfilé paketerad i plastfolie.

### B2.2. BESKRIVNING AV PROVTAGET SUBSTRAT

Nedan följer en beskrivning av provtaget substrat. Generella iakttagelser från plockanalysen av provtaget substrat var att skolköksavfallet var ganska lika mellan de tre skolorna även om typen av mat varierade något. Denna avfallstyp karaktäriserades av stora mängder ris, pasta och potatis. Detta var också den stora skillnaden jämfört med restaurangavfallet, vilket var av mycket mer varierande typ. Den tredje typen av matavfall som har provtogs var från Eckerölinjens tillagningskök. Just vid denna provtagning karaktäriserades detta av stora mängder kycklingben, kycklingklubbor och mestadels fast material. Detta skiljde sig från övrigt matavfall.

#### ***Lommarskolan***

Provtaget matavfall bestod framförallt av pasta, sås och stora mängder ris blandat med lite fiskpinnar. Detta var också utblandat med främst lite grönsaker och servetter. Sett till vikt av

de tre stora avfallstyperna var drygt 30 kg pasta, cirka 40 kg sås och drygt 40 kg ris med lite fiskpinnar. Nästan allt oönskat avfall kom från matsalen. I köksavfallet hittades en plasthanske. De största oönskade fraktionerna var framförallt två knivar och en gaffel, en plastpåse och därefter lite annat smått.

### ***Lännaskolan***

Provtaget matavfall från Lännaskolan var en blandning bestående av främst pasta i sås innehållande lax och skinka, potatis och ris med lite fiskbullar samt pastasallad. Lägg där till lite grönsaker och ganska stora mängder smörpaket och papperstallrikar. Förutom smörpaket och små papperstallrikar var det tomt på oönskat avfall från matsalen. Köksavfallet var i stort sett helt rent, förutom en liten metallbit.

### ***Roden gymnasium***

Matavfallet insamlat från Rodenköket på Roden gymnasium i Norrtälje bestod framförallt av ris och schnitzel, potatis och ris tillsammans med panerad fisk och någon slags sås/soppa med skinka. Den största mängden utgjordes av ris och även en del potatis. Även en del sallad fanns med i avfallet. Förutom mat bestod det också av stora mängder servetter, och papperstallrik var vanligt tillsammans med såsavfallet. Förutom större mängd papperstallrikar fanns också 8 gafflar i matavfallet. Annars var typen av oönskade fraktioner mycket varierande, med störst mängd av fraktionen plast. Bland annat hittades två petflaskor, några plastmuggar och pappersmuggar, ett stort smörpaket, godispapper, tuggummipaket, snusdosa, cigarettpaket, plasthanskar, plastsked och plastfolie. Även större mängder torkypapper.

### ***Cullinar kök och catering***

Insamlat matavfall från restaurangen Cullinar kök och catering var av mycket varierande typ. Det innehöll bland annat någon slags köttgryta med potatis, någon annan ”gegga”, pastaröra samt lite fläsk, grönsaksrens (större mängder än från skolköken) och bröd. Grytan med potatis vägde totalt cirka 30 kg, pastaröran knappt 25 kg och ”geggan” cirka 16 kg. Oönskade fraktioner som hittades var framförallt av större karaktär, och kan troligen förklaras med att det skedde av gammal vana och bör inte bli något problem i framtida sortering. Ett smörpaket halvfyllt med smör, en stort plastlock, stora mängder plastfolie. Utöver detta hittade också en kapsyl och papper.

### ***Eckerölinjen***

Insamlat matavfall från Eckerölinjens tillagningskök var en blandning av köttbullar i sås, prinskorv, köttbitar, fiskbitar, små kycklingklubbor med kött och skin, ben från kycklingrens, grönsaker, lite potatis och lite mjukt bröd. Kycklingben från kycklingrens utgjorde cirka en femtedel av totala vikten, se tabell B9. Inga oönskade fraktioner hittades, förutom några snittblommor.

Tabell B 9. Försök till uppdelning av det organiska avfallet för att få en ungefärlig bild av vad matavfallet innehåller

Ålandsfärja	Kött och fisk [kg]	Kycklingklubbor [kg]	Kycklingbens rens [kg]	Frukt och grönt, bröd [kg]	Övrigt [kg]
Eckerölinjen	6,2 <sup>1</sup>	0,8 <sup>2</sup>	2,8 <sup>3</sup>	4,5 <sup>4</sup>	0,5 <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Lax, vit fisk, kött, prinskorv och köttbullar i sås. Enbart det som gick bra att sortera bort.

<sup>2</sup> Kycklingklubbor med kött och skinn.

<sup>3</sup> Enbart kycklingrens från hela kycklingar, det vill säga ben och rygg.

<sup>4</sup> Försökt till att sortera ut frukt och grönt, men mycket sås och gegg från köttbullarna kommer med vilket ger en större vikt än vad som är rent frukt och grönt och bröd. Purjolöksblast, sparris och bröd 1,75 kg. Morötter, broccoli, potatis som tillagat tillsammans med sås från köttbullar 2,72 kg.

<sup>5</sup> Varav torkypapper 0,14 kg och snittblommor 0,32 kg.

### ICA supermarket kryddan

Från ICA Supermarket Kryddan hämtades frukt och grönt som en separat fraktion och bröd som en annan separat fraktion. Även personalrummets kompost ingick i frukt och grönt fraktionen. Det var stor variation på innehållet i fraktionen frukt och grönt, se tabell B10 för mängduppdelning mellan frukt, grönsaker, rotfrukter och kompost. Komposten innehöll främst mandarinskal, kaffesump och papper/servetter. Brödfractionen bestod av butiksbakat matbröd och fikabröd i olika former. Brödet låg i stora plastpåsar i butikens kärl, men detta är inget som rapporten tar hänsyn till. Fraktionen matbröd antas vara homogen eftersom den endast innehåller liknande typ av butiksbakat bröd.

Tabell B 10. Uppdelning och mängder av totala fraktionen frukt och grönt hos ICA Supermarket Kryddan

Livsmedelsbutik	Frukt [kg]	Grönsaker [kg]	Rotfrukter [kg]	Kompost [kg]
ICA Supermarket Kryddan	15,8	22,7	14,3	1,5

De oönskade fraktioner som hittades var mkt få och små. Bland annat hittades en etikett på en annanstjälk, klisterlappar på frukt (t.ex. äpple) och några få papper på fikabröd. Butiken tar vanligtvis bort alla förpackningar på frukt, grönt och bröd innan det slängs i respektive kärl.

### Coop Nära grind

Avfallet som samlades in från livsmedelsbutiken Coop Nära Grind i Norrtälje var en blandning av frukt, grönt och bröd. Allt samlat i ett och samma kärl. Största delen var bröd, cirka 20 kg av totalt cirka 28 kg. Benämningen bröd syftar dock till både matbröd (cirka 12 kg) och fikabröd (cirka 8 kg). Matbrödet var allt butiksbakat styckbröd, så som baguetter eller små frallor. Av frukt och grönt så var det en del potatis, mandariner, sallad och en blomma.

### Fett från fettavskiljare

Det fettavskiljarslam som provtogs kan beskrivas som en gråaktig lös vattenmassa med en del gulaktiga små klumpar i (fettpartiklar). Inga större klumpar eller kakor upptäcktes, och detta beror på att under transporten till reningsverket har slammet blandats om i tanken och stora fettkakor från fettavskiljarna har slagits sönder (Sjöblom, pers. medd.).

## BILAGA 3. ANALYSRESULTAT

### B3.1. ANALYSRESULTAT FRÅN EUROFINS ENVIRONMENT

#### **Torrsubstanshalt och organiskt innehåll**

Tabell B 11. Analysresultat för torrsubstanshalt och organiskt innehåll på provtagna substrat. Analyserna utförda av författaren själv. TS- respektive VS-halten är medelvärdet av tre analyserade prover (se tabell B15)

Prov	TS [% av våtvikt]	VS [% av TS]
Länna	23	95
Lommar	24	96
Roden	27	96
Cullinar	25	94
Eckerölinjen	37	87
ICA Frukt o grönt	14	94
ICA Bröd	68	97
Coop Frukt, grönt, bröd	47	97
Fikabröd (ICA + Coop)	72	99
Frityrölja	95	- <sup>1</sup>
Fett från fettavskiljare	3	97

<sup>1</sup> VS-analys av frityrölja ej genomförbar på laboratoriet, men enligt Carlsson & Uldal (2009) är VS-halten 100 % av TS för frityrfett med en TS-halt på 90 %.

Tabell B 12. Analysresultat för torrsubstanshalt, organiskt innehåll och pH på utvalda fraktioner. Analyserna utförda av Eurofins Environment Lidköping, Sverige

Prov	TS [% av våtvikt] <sup>1</sup>	VS [% av TS] <sup>1</sup>	pH
Länna	24	96	4,4
Lommar	24	96	4,4
Roden	29	96	4,5
Cullinar	25	94	4,2
ICA Frukt o grönt	13	95	4,7
Fett från fettavskiljare	2	96	5,0

<sup>1</sup> Avrundat ty mätosäkerhet 10 %.

### **Växtnäringsämnen**

Analysvärdena för växtnäringsämnen (tabell 17) räknades, med hjälp av analysresultatets TS-halt (tabell B12), om till enheten kg per ton och resultatet redovisas i tabell B13.

*Tabell B 13. Analysresultat från växtnäringsanalyser på utvalda fraktioner. Analyserna utförda av Eurofins Environment Lidköping, Sverige. Provresultaten gäller för växtnäringsämnen i prov*

Prov	Totalkväve <sup>1</sup>	Totalfosfor <sup>2</sup>	K <sup>2</sup>	Mg <sup>2</sup>	Ca <sup>2</sup>	S <sup>2</sup>
			[kg/ton]			
Länna	8,3	0,8	2,1	0,2	0,5	0,7
Lommar	14,9	0,9	1,8	0,2	1,2	0,6
Roden	6,6	0,9	2,4	0,2	0,6	0,7
Cullinar	7,4	0,9	3,2	0,2	2,3	0,7
ICA Frukt o grönt	2,1	0,5	1,7	0,2	0,5	0,3
Fett från fettavskiljare	0,4	0,03	0,03	0,02	0,07	0,05

<sup>1</sup> Kjeldahl i prov.

<sup>2</sup> I prov.

### **Fettinnehåll**

*Tabell B 14. Analysresultat för fettinnehåll hos provtaget fett från fettavskiljare. Analyserna utförda av Eurofins Environment Lidköping, Sverige*

Prov	Råfett enl. SBR [g/kg TS]
Fett från fettavskiljare	680

## B3.2. TS- OCH VS-RESULTAT

Tabell B 15. Resultat och beräkningar från analyser av TS- och VS-halt för tre prover av respektive fraktion. Utförda av Emelie Ljung (författare) och Johnny Ascue (laboratorieingenjör, JTI)

Prov	Våtvikt prov [g]	Torrsvikt prov [g]	TS [% av våtvikt]	Medelvärde TS [% av våtvikt]	Askvikt prov [g]	VS [% av TS]
ICA Frukt, grönt 1	72,86	9,88	13,56	13,75	0,59	94,03
ICA Frukt, grönt 2	71,25	9,98	14,01		0,58	94,19
ICA Frukt, grönt 3	73,58	10,07	13,69		0,57	94,34
ICA Bröd 4	21,63	14,65	67,73	68,31	0,40	97,27
ICA Bröd 5	23,81	16,32	68,54		0,46	97,18
ICA Bröd 6	24,09	16,54	68,66		0,48	97,10
Coop Frukt, grönt, bröd 7	44,81	21,32	47,58	47,47	0,73	96,58
Coop Frukt, grönt, bröd 8	42,48	20,09	47,29		0,71	96,47
Coop Frukt, grönt, bröd 9	38,79	18,44	47,54		0,64	96,53
Fikabröd (ICA + Coop) 10	55,99	40,33	72,03	72,05	0,55	98,64
Fikabröd (ICA + Coop) 11	37,87	27,30	72,09		0,38	98,61
Fikabröd (ICA + Coop) 12	47,31	34,08	72,04		0,50	98,53
Eckerölinjen 13	52,73	19,37	36,73	36,89	2,11	89,11
Eckerölinjen 14	58,82	21,98	37,37		3,34	84,80
Eckerölinjen 15	61,96	22,65	36,56		2,71	88,04
Cullinar kök och catering 16	89,31	22,40	25,08	25,16	1,40	93,75
Cullinar kök och catering 17	65,86	16,54	25,11		1,00	93,95
Cullinar kök och catering 18	70,43	17,81	25,29		1,06	94,05
Roden gymnasium 19	57,40	15,68	27,32	27,43	0,63	95,98
Roden gymnasium 20	62,62	17,48	27,91		0,71	95,94
Roden gymnasium 21	69,11	18,71	27,07		0,77	95,88
Lommarskolan 22	71,49	17,16	24,00	24,08	0,76	95,57
Lommarskolan 23	67,47	16,26	24,10		0,71	95,63
Lommarskolan 24	74,57	18,00	24,14		0,81	95,50
Lännaskolan 26	81,49	19,18	23,54	23,30	0,86	95,52
Lännaskolan 27	79,32	18,44	23,25		0,84	95,44
Lännaskolan 28	61,46	14,21	23,12		0,65	95,43
Fett från fettavskiljare 1	264,73	7,50	2,83	2,68	0,23	96,93
Fett från fettavskiljare 2	249,47	6,66	2,67		0,22	96,70
Fett från fettavskiljare 3	324,94	8,29	2,55		0,28	96,62
Frityrölja 1	47,82	46,18	96,57	95,04	-	-
Frityrölja 2	51,28	48,60	94,77		-	-
Frityrölja 3	50,06	46,95	93,79		-	-



### B3.3. TIDIGARE ANALYSRESULTAT

Resultat från några tidigare studier har sammanställts i tabell B16 och B17.

#### *Torrsubstanshalt och organiskt innehåll*

Tabell B 16. Sammanställning av analysresultat över TS- och VS-halt från tidigare studier

Substrat	TS [% av prov]	VS [% av TS]
Klosettwater <sup>3,5</sup>	0,39	55,7
Svartwater <sup>4</sup>	0,75	71
Latrin Norrtälje <sup>3</sup>	5,33	81,8
Storkök <sup>1</sup>	13	92
Restaurang <sup>1</sup>	27	87
Hushåll <sup>1</sup>	33	85
Hushåll (kvarnat och spätt) <sup>1</sup>	10	80
Köksavfall <sup>4</sup>	28	84
Restaurang <sup>2</sup>	30,9	69
Restaurang 2 <sup>2,6</sup>	20,4	91
Matsal <sup>2,7</sup>	24,6	96
Bröd <sup>1</sup>	61	87
Bröd <sup>2</sup>	77	98
Frukt- och grönsaksavfall <sup>1</sup>	15	95
Frukt och grönt (höst) <sup>2</sup>	15	93
Frukt och grönt (höst) <sup>2</sup>	13	95
Kött <sup>2</sup>	37	85
Fettavskiljarslam <sup>1</sup>	4	95
Frityrolja <sup>1</sup>	90	100

<sup>1</sup> (Carlsson & Uldal, 2009)

<sup>2</sup> (Wikberg m.fl., 1998)

<sup>3</sup> (Eveborn m.fl., 2007)

<sup>4</sup> (Norin, 1996b)

<sup>5</sup> Omarbetat från Malmén & palm, 2003

<sup>6</sup> Medelvärdet från 3 prover anges

<sup>7</sup> Medelvärdet från 5 prover anges. Matsalen kan jämföras med ett mottagningskök.

### Växtnäring och tungmetaller

Tidigare analysresultat över tungmetallinnehåll (tabell B17) visar att varken matavfall eller livsmedelsavfall överskrider det maximala metallhaltsinnehållet enligt SFS 1998:944. Halten nickel (Ni) i klosettvattnen, 139 mg/kg TS, överskrider dock den maximala halten nickel som ligger på 50 mg/kg TS.

Tabell B 17. Sammanställning av analysresultat för växtnärings- och tungmetallinnehåll från tidigare studier (Wikberg m.fl., 1998 och Eveborn m.fl., 2007)

Substrat	Klosett- vatten <sup>6</sup>	Latrin Norrtälje <sup>6</sup>	Restau- rang <sup>5</sup>	Restau- rang <sup>2,5</sup>	Matsal <sup>3,5</sup>	Bröd <sup>5</sup>	Frukt grönt <sup>4,5</sup>	Frukt grönt <sup>4,5</sup>	Kött <sup>5</sup>
tot-N [g/kg TS]	250	61,9	1,4 <sup>1</sup>	2,5 <sup>1</sup>	4,2 <sup>1</sup>	1,6 <sup>1</sup>	1,6 <sup>1</sup>	1,1 <sup>1</sup>	6,9 <sup>1</sup>
tot-P [g/kg TS]	26,3	24	0,19 <sup>1</sup>	0,9 <sup>1</sup>	0,34 <sup>1</sup>	0,12 <sup>1</sup>	0,27 <sup>1</sup>	0,22 <sup>1</sup>	2 <sup>1</sup>
K [g/kg TS]	73,3	17	0,64 <sup>1</sup>	0,92 <sup>1</sup>	0,75 <sup>1</sup>	0,16 <sup>1</sup>	0,16 <sup>1</sup>	1,3 <sup>1</sup>	0,75 <sup>1</sup>
Mg [g/kg TS]	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca [g/kg TS]	29,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd [mg/kg TS]	0,24	0,63	<0,01	0,05+ 4<0,01	0,05+ 4<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01
Cr [mg/kg TS]	3,4	3,4	3,1	0,3	0,3	0,9	0,9	0,5	0,4
Cu [mg/kg TS]	107	32	11	4,6	4,6	1,9	1,9	9,4	2,9
Hg [mg/kg TS]	0,28	0,43	0,01	0,06+ 4<0,01	0,06+ 4<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ni [mg/kg TS]	139	4,2	1,2	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5
Pb [mg/kg TS]	9	3,2	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zn [mg/kg TS]		420	22	26	26	8,4	8,4	15	81

<sup>1</sup>Anges i enheten [% av TS]

<sup>2</sup>Medelvärdet från 3 prover anges

<sup>3</sup>Medelvärdet från 5 prover anges

<sup>4</sup>Värden från hösten.

<sup>5</sup>(Wikberg m.fl., 1998)

<sup>6</sup>(Eveborn m.fl., 2007)

## BILAGA 4. BERÄKNINGAR

### B4.1. BERÄKNING AV TOTALA MÄNGDER MATAV FALL UTIFRÅN NYCKELTAL

Totala mängder matavfall som kan uppkomma i kommunen från skolkök, övriga storkök, restauranger och livsmedelsbutiker beräknades med hjälp av nyckeltal redovisade i Svenska Renhållningsverksföreningens rapport, RVF rapport 2006:07 (RVF, 2006). Nedan redovisas resultatet från beräkningarna, vilka i rapporten är sammanställda i figur 9.

Tabell B 18. Uppskattade mängder matavfall från skolkök beräknat utifrån nyckeltal för avfallsmängd per producerad portion och antalet elever som går i kommunal respektive privat skola i kommunen. Nyckeltalet som använts är typvärdet för storkök, 0,06 kg/portion (RVF, 2006)

	Elever <sup>5</sup> [antal]	Tillagning [dagar/år]	Avfallsmängd <sup>1</sup> [kg/dag]	Avfallsmängd <sup>2</sup> [ton/år]
Förskola kommunal	3366 <sup>3</sup>	180	182	33
Förskola privat	1306 <sup>3</sup>	180	71	13
Grundskola kommunal	4840 <sup>3</sup>	180	261	47
Grundskola privat	930 <sup>3</sup>	180	50	9
Gymnasium kommunal	1887 <sup>4</sup>	180	102	18
Gymnasium privat	-	180	-	-

<sup>1</sup>Beräknad utifrån nyckeltalets typvärde för storkök, 0,06 kg/producerad portion, och antagandet att det dagligen lagas mat åt cirka 90 % av antalet elever.

<sup>2</sup>Beräknad utifrån avfallsmängd per dag och antagandet att köket har tillagning 180 dagar om året.

<sup>3</sup>(Kaya, pers. medd.)

<sup>4</sup>(Westman, pers. medd.)

<sup>5</sup>Antal producerade portioner relateras till 90 % av antalet elever i respektive kategori.

Tabell B 19. Uppskattade mängder matavfall från sjukvård och kriminalvård i Norrtälje kommun beräknat utifrån nyckeltal för avfallsmängd per producerad portion. Nyckeltalet som använts är typvärdet för storkök, 0,06 kg/portion (RVF, 2006)

	Producerade portioner [antal]	Tillagning [dagar/år]	Avfallsmängd [kg/dag]	Avfallsmängd [ton/år]
Augustjansgården	180	365	11	4
Birgittagården	450	365	27	10
Ros produktionskök	750	365	45	16
Kriminalvården	300	365	18	7

Tabell B 20. Uppskattade mängder matavfall från två restauranger i Norrtälje kommun beräknat utifrån nyckeltal för avfallsmängd per producerad portion. Nyckeltalet som använts är typvärdet för restauranger, 0,3 kg/portion (RVF, 2006)

	Producerade portioner [antal]	Tillagning [dagar/år]	Avfallsmängd [kg/dag]	Avfallsmängd [ton/år]
Cullinar kök och catering	250	300	75	23
Restaurang Valhall	230	260	69	18

Tabell B 21. Uppskattade mängder matavfall från livsmedelsbutiker klassade som stormarknader i detta projekt (enbart utifrån författarens egen bedömning, för att inte råka ut för att få en alldeles för stor avfallsmängd). Typvärdet för nyckeltal för stormarknader har använts, vilket är 300 kg/Mkr omsatt för butiken (RVF, 2006). Omsättningen per butik är tagen från öppna och tillgängliga webbplatser och avser senaste rapporteringsåret, se information om källa och referens nedan

Livsmedelsbutik	Omsättning [Tkr]	Uppskattad mängd matavfall [ton/år]
ICA Kvantum Flygfyren	488199 <sup>1</sup>	146
ICA Supermarket Rimbo	98970 <sup>2</sup>	30
ICA Supermarket Väddö	115089 <sup>3</sup>	35
ICA Supermarket Hallstavik	62388 <sup>4</sup>	19
ICA Supermarket Kryddan	46957 <sup>5</sup>	14
ICA Supermarket Norrköp	53427 <sup>6</sup>	16
Coop Forum Norrtälje	- <sup>7</sup>	36 <sup>7</sup>
<b>Totalt [ton/år]</b>		<b>296</b>

<sup>1</sup>[http://www.foretagsfakta.se/Norrt%C3%A4lje/ICA\\_Kvantum\\_Flygfyren/258733?r=L2ZvcvV0YWcvU3RvY2tob2xtc19sJWMzJWE0bi9WYXJ1aHVzLzE=](http://www.foretagsfakta.se/Norrt%C3%A4lje/ICA_Kvantum_Flygfyren/258733?r=L2ZvcvV0YWcvU3RvY2tob2xtc19sJWMzJWE0bi9WYXJ1aHVzLzE=) (hämtad: 2010-12-16), avser 2009-12

<sup>2</sup><http://allabolag.se/5562529825> (hämtad: 2010-12-16), avser 2009-12

<sup>3</sup><http://allabolag.se/5562968049> (hämtad: 2010-12-16), avser 2010-04

<sup>4</sup><http://allabolag.se/5563791101> (hämtad: 2010-12-16), avser 2009-12

<sup>5</sup><http://allabolag.se/5566425095> (hämtad: 2010-12-16), avser 2009-08

<sup>6</sup><http://allabolag.se/5562626746> (hämtad: 2010-12-16), avser 2009-08

<sup>7</sup> Uppgift om omsättning saknas. Mängden matavfall är istället beräknad utifrån antalet årsarbetare och typvärdet är 1200 kg/årsarbetare (RVF, 2006). Antalet årsarbetare på Coop Forum Norrtälje är 30 stycken (Carlsson, pers. medd.).

Tabell B 22. Uppskattade mängder matavfall från livsmedelsbutiker klassade som närbutiker i detta arbete. Typvärdet för nyckeltal för närbutiker har använts, vilket är 600 kg/Mkr omsatt för butiken (RVF, 2006). Omsättningen per butik är tagen från öppna och tillgängliga webbplatser och avser senaste rapporteringsåret, se information om källa och referens nedan

Livsmedelsbutik	Omsättning [Tkr]	Uppskattad mängd matavfall [ton/år]
ICA Nära Gräddö	26059 <sup>1</sup>	16
ICA Nära Bergshamra	19035 <sup>2</sup>	11
ICA Nära Blidö	27351 <sup>3</sup>	16
Coop Nära Grind	3054 <sup>4</sup>	2
<b>Totalt [ton/år]</b>		<b>45</b>

<sup>1</sup><http://allabolag.se/5565909487> (hämtad: 2010-12-16), avser 2009-08

<sup>2</sup><http://allabolag.se/5565886594> (hämtad: 2010-12-16), avser 2009-08

<sup>3</sup><http://allabolag.se/5566244934> (hämtad: 2010-12-16), avser 2009-12

<sup>4</sup><http://allabolag.se/5567595938> (hämtad: 2010-12-16), avser 2009-06

## B4.2. MÄNGDER KOMPLEMENTMATERIAL OCH BEHANDLINGSBAR MÄNGD KLOSETTVATTEN

### *Totala mängder komplementmaterial*

Sammanställning av totala mängder komplementmaterial i Norrtälje kommun utifrån inventering och beräkningar (bilaga B4.1. *Beräkning av totala mängder matavfall utifrån nyckeltal*) redovisas i tabell B23.

Tabell B 23. Uppskattade totala mängder organiskt avfall som uppkommer under ett år från olika verksamheter/substrat inom Norrtälje kommun

Verksamhet/Substrat	Uppskattad total mängd [ton alt. m <sup>3</sup> /år]
Hushåll	5000 ton <sup>5</sup>
Skolkök (kommunala, grund + gymnasium)	65 ton <sup>1</sup>
Skolkök (privata, grund + gymnasium)	9 ton <sup>1</sup>
Kök förskola (kommunala)	33 ton <sup>1, 2</sup>
Kök förskola (privata)	13 ton <sup>1, 2</sup>
Storkök (sjukvård 3 stycken + kriminalvård)	37 ton <sup>1</sup>
Restaurang (2 stycken)	41 ton <sup>1</sup>
Eckerölinjen	100 ton <sup>3</sup>
Livsmedelsbutiker (totalt matavfall)	341 ton <sup>4</sup>
Livsmedelsbutiker (enbart frukt och grönt)	- <sup>6</sup>
Livsmedelsbutiker (enbart bröd)	- <sup>6</sup>
Fett från fettavskiljare	250 m <sup>3</sup> <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Beräknat utifrån nyckeltal.

<sup>2</sup> Beräknat utifrån nyckeltal med antagandet att nyckeltalet för storkök gäller även för förskola.

<sup>3</sup> Uppskattat värde från verksamheten.

<sup>4</sup> Beräknat utifrån nyckeltal för 11 livsmedelsbutiker inom kommunen. Antar att 7 av dessa klassas som stormarknader och 4 som närbutiker.

<sup>5</sup> Siffra från Norrtälje kommun.

<sup>6</sup> Uppgift saknas då det inte påträffats någon bra metod för uppskattning.

### *Mängd klosettvatten som kan behandlas med funnet komplementmaterial*

Utifrån funna mängder komplementmaterial kunde mängden behandlingsbart klosettvatten för respektive material beräknas, resultatet redovisas i tabell B24. Förutsättningen för resultatet är att TS-halten hos klosettvatten är 0,39 %, komplementmaterialen har TS-halten angiven i tabellen och att TS-halten i våtkompostsubstratet är minst 3 %.

Tabell B25 är underlag till figur 9 i rapporten. I tabell B26 redovisas mängderna som gäller för scenariot beskrivet i figur 10. I tabell B27 redovisas mängderna som gäller för scenariot beskrivet i figur 11.

Tabell B 24. Den mängd klosettwater som skulle kunna behandlas i Karby våtkomposteringsanläggning om allt uppskattat komplement vore tillgängligt och att dagens tillsats av latrin inkluderas. Förutsättningen för resultatet är att TS-halten hos klosettwater antas vara 0,39 % och att den i våtkomposten är minst 3 %

Komplementmaterial typ eller källa	Tillsatt mängd komplement [ton alt. m <sup>3</sup> /år]	Antagen TS-halt [%]	Behandlingsbar mängd klosettwater [m <sup>3</sup> /år]
Latrin	790 <sup>1</sup>	5,33	720 <sup>1</sup>
Skolkök/förskola <sup>2</sup>	120	25	1000
Storkök <sup>5</sup>	37	25	300
Restaurang <sup>6</sup>	41	25	300
Eckerölinjen	100	25	800
Livsmedelsbutiker (totalt matavfall)	341	20	2200
Fett från fettavskiljare	250	2,5	- <sup>3</sup>
Hushåll	5000 <sup>4</sup>	33	57000 <sup>4</sup>
Total mängd (exkl. fett från fettavskiljare och hushållsavfall)	1429		5320

<sup>1</sup>Tillsatsen av latrin och klosettwater år 2009 (Örnestav, pers. medd.).

<sup>2</sup>Skolköksavfallet är en sammanslagning av kommunala och privata förskolor, grundskolor och gymnasium enligt tabell B18.

<sup>3</sup>Vid tillsats av enbart fett från fettavskiljare till klosettwater når TS-halten aldrig upp till den här satta minimigränsen på 3 % TS.

<sup>4</sup>Hushållsavfall från hushåll är inget som undersökts särskilt i projektet, men tas ändå med för att se vilka mängder det faktiskt skulle kunna röra sig om.

<sup>5</sup>Sjukvård (Augustjansgården, Birgittagården, Ros produktionskök) och kriminalvården.

<sup>6</sup>Restauranger (Cullinar kök och catering, Restaurang Valhall).

Tabell B 25. Mängd klosettwater som kan behandlas utifrån uppskattade mängder komplementmaterial. Antagen TS-halt hos respektive komplementmaterial anges inom parentes, och resultatet bygger på att klosettwater har en TS-halt på 0,39 % och våtkompostsubstratet en TS-halt på minst 3 %

	Uppskattad mängd komplementmaterial [ton alt. m <sup>3</sup> /år]	Behandlingsbar mängd klosettwater [m <sup>3</sup> /år]
Latrin (5,33 %)	790	720
Skolkök (25 %)	120	1000
Storkök <sup>1</sup> (25 %)	37	300
Restaurang <sup>2</sup> (25 %)	41	300
Eckerölinjen (25 %)	100	800
Livsmedelsbutiker (20 %)	341	2200
Fett från fettavskiljare (2,5 %)	250	
<b>Total mängd</b>	<b>1429</b>	<b>5320</b>

<sup>1</sup> Sjukvård (Augustjansgården, Birgittagården, Ros produktionskök) och kriminalvården.

<sup>2</sup> Restauranger (Cullinar kök och catering, Restaurang Valhall).

Tabell B 26. Mängder enligt scenario i figur 10. Antagen TS-halt hos respektive komplementmaterial anges inom parentes, och resultatet bygger på att klosettwater har en TS-halt på 0,39 % och våtkompostsubstratet en TS-halt på minst 3 %

	Uppskattad mängd komplementmaterial [ton alt. m <sup>3</sup> /år]	Behandlingsbar mängd klosettwater [m <sup>3</sup> /år]
Latrin (5,33 %)	790	720
Eckerölinjen (25 %)	100	800
Skolkök (25 %)	120	1000
<b>Total mängd</b>	<b>1010</b>	<b>2520</b>

Tabell B 27. Möjligt scenario enligt figur 11. Antagen TS-halt hos respektive komplementmaterial anges inom parentes, och resultatet bygger på att klosettvattnet har en TS-halt på 0,39 % och våtkompostsubstratet en TS-halt på minst 3 %

	Uppskattad mängd komplementmaterial [ton alt. m <sup>3</sup> /år]	Behandlingsbar mängd klosettvattnet [m <sup>3</sup> /år]
Skolkök (25 %)	120	1000
Eckerölinjen (25 %)	100	800
Storkök <sup>1</sup> (25 %)	37	300
Restaurang <sup>2</sup> (25 %)	41	300
<b>Total mängd</b>	<b>298</b>	<b>2400</b>

<sup>1</sup> Sjukvård (Augustjansgården, Birgittagården, Ros produktionskök) och kriminalvården.

<sup>2</sup> Restauranger (Cullinar kök och catering, Restaurang Valhall).

### B4.3. TOLKNING AV ANALYSRESULTAT

#### Roden

Tabell B 28. Nödvändig spridningsareal för fraktionen Roden om man utgår från analysvärden och gränsvärdet för totalfosfor och totalkväve enligt gränsvärden i SJVFS 2010:55

Växtnäring	Gränsvärde [kg/ha, år]	Analysresultat [kg/ton]	Nödvändig areal [ha, år/ton]
Totalfosfor	22	0,9	0,041
Totalkväve	170	6,6	0,039

Tabell B 29. Nödvändig spridningsareal för fraktionen Roden om man utgår från analysvärden och gränsvärdet för respektive tungmetall för avloppsslam enligt SFS 1998:944

Tungmetall	Gränsvärde [g/ha, år]	Analysresultat [mg/kg TS]	Mängd [kg/ton]	Nödvändig areal [ha, år/ton]
Bly	25	0,47 <sup>1</sup>	0,00014	0,0055
Kadmium	0,75	0,094 <sup>1</sup>	0,00003	0,0363
Koppar	300	4,1	0,00119	0,0040
Krom	40	2,5 <sup>1</sup>	0,00073	0,0181
Kvicksilver	1,5	0,05 <sup>1</sup>	0,00001	0,0097
Nickel	25	2,4 <sup>1</sup>	0,00070	0,0278
Zink	600	21	0,00609	0,0102

<sup>1</sup> Detektionsgräns.



Tabell B 30. Nödvändig spridningsareal för fraktionen Roden om man utgår från analysvärden och föreslagna ändrade gränsvärden enligt Naturvårdsverkets förslag till förordning för avloppsfraktioner. Analysresultaten för både kadmium och kvicksilver ligger på detektionsgränsen, och därför beräknas även arealen för halva detektionsgränsen

	Gränsvärde [g/ha, år]	Analysresultat [mg/kg TS]	Mängd [kg/ton]	Nödvändig areal [ha, år/ton]
Kadmium	0,55	0,094 <sup>1</sup>	0,000027	0,050
	0,55	0,047 <sup>2</sup>	0,000014	0,025
Kadmium (år 2025)	0,35	0,094 <sup>1</sup>	0,000027	0,078
	0,35	0,047 <sup>2</sup>	0,000014	0,039
Kvicksilver	0,8	0,05 <sup>1</sup>	0,000015	0,018
	0,8	0,025 <sup>2</sup>	0,000007	0,0009

<sup>1</sup>Detektionsgräns.

<sup>2</sup> Halva detektionsgränsen.

Tabell B 31. Mängden av respektive ämne som tillförs marken om man vid spridning av fraktionen Roden ligger på gränsen för maximal tillförsel av totalkväve (170 kg/ha, år). Nödvändig spridningsareal är då 0,039 ha enligt tabell B28 ovan

	Mängd vid maximal tillförsel av totalkväve	
	[kg/ha]	[g/ha]
Totalkväve	170	170000
Totalfosfor	23	23182
Bly	0,0035 <sup>1</sup>	3,51 <sup>1</sup>
Kadmium	0,0007 <sup>1</sup>	0,70 <sup>1</sup>
Koppar	0,0306	30,63
Krom	0,0187 <sup>1</sup>	18,67 <sup>1</sup>
Kvicksilver	0,0004 <sup>1</sup>	0,37 <sup>1</sup>
Nickel	0,0179 <sup>1</sup>	17,93 <sup>1</sup>
Zink	0,1569	156,86

<sup>1</sup>För detektionsgräns.

Tabell B 32. Mängden av respektive ämne som tillförs marken om man vid spridning av fraktionen Roden ligger på gränsen för maximal tillförsel av totalfosfor (22 kg/ha, år). Nödvändig spridningsareal är då 0,041 ha enligt tabell B28 ovan

	Mängd vid maximal tillförsel av totalfosfor	
	[kg/ha]	[g/ha]
Totalkväve	161	161333
Totalfosfor	22	22000
Bly	0,0033 <sup>1</sup>	3,33 <sup>1</sup>
Kadmium	0,0007 <sup>1</sup>	0,67 <sup>1</sup>
Koppar	0,0291	29,06
Krom	0,0177 <sup>1</sup>	17,72 <sup>1</sup>
Kvicksilver	0,0004 <sup>1</sup>	0,35 <sup>1</sup>
Nickel	0,0170 <sup>1</sup>	17,01 <sup>1</sup>
Zink	0,1489	148,87

<sup>1</sup>För detektionsgräns.

### Cullinar

Tabell B 33. Nödvändig spridningsareal för fraktionen Cullinar om man utgår från analysvärden och gränsvärdet för totalfosfor och totalkväve enligt gränsvärden i SJVFS 2010:55

Växtnäring	Gränsvärde [kg/ha, år]	Analysresultat [kg/ton]	Nödvändig areal [ha, år/ton]
Totalfosfor	22	0,9	0,041
Totalkväve	170	7,4	0,044

Tabell B 34. Nödvändig spridningsareal för fraktionen Cullinar om man utgår från analysvärden och gränsvärdet för respektive tungmetall för avloppsslam enligt SFS 1998:944

Tungmetall	Gränsvärde [g/ha, år]	Analysresultat [mg/kg TS]	Mängd [kg/ton]	Nödvändig areal [ha, år/ton]
Bly	25	0,47 <sup>1</sup>	0,00012	0,005
Kadmium	0,75	0,094 <sup>1</sup>	0,00002	0,031
Koppar	300	5,2	0,00130	0,004
Krom	40	2,5 <sup>1</sup>	0,00063	0,016
Kvicksilver	1,5	0,05 <sup>1</sup>	0,00001	0,008
Nickel	25	2,4 <sup>1</sup>	0,00060	0,024
Zink	600	33	0,00825	0,014

<sup>1</sup>Detektionsgräns.

Tabell B 35. Nödvändig spridningsareal för fraktionen Cullinar om man utgår från analysvärden och föreslagna ändrade gränsvärden enligt Naturvårdsverkets förslag till förordning för avloppsfraktioner. Analysresultaten för både kadmium och kvicksilver ligger på detektionsgränsen, och därför beräknas även arealen för halva detektionsgränsen

	Gränsvärde [g/ha, år]	Analysresultat [mg/kg TS]	Mängd [kg/ton]	Nödvändig areal [ha, år/ton]
Kadmium	0,55	0,094 <sup>1</sup>	0,000024	0,043
	0,55	0,047 <sup>2</sup>	0,000012	0,021
Kadmium (år 2025)	0,35	0,094 <sup>1</sup>	0,000024	0,067
	0,35	0,047 <sup>2</sup>	0,000012	0,034
Kvicksilver	0,8	0,05 <sup>1</sup>	0,000013	0,016
	0,8	0,025 <sup>2</sup>	0,000006	0,008

<sup>1</sup>Detektionsgräns.

<sup>2</sup> Halva detektionsgränsen.

Tabell B 36. Mängden av respektive ämne som tillförs marken om man vid spridning av fraktionen Cullinar ligger på gränsen för maximal tillförsel av totalkväve (170 kg/ha, år). Nödvändig spridningsareal är då 0,044 ha enligt tabell B33 ovan

	Mängd vid maximal tillförsel av totalkväve	
	[kg/ha]	[g/ha]
Totalkväve	170	170000
Totalfosfor	20,6757	20675,68
Bly	0,0027 <sup>1</sup>	2,70 <sup>1</sup>
Kadmium	0,0005 <sup>1</sup>	0,54 <sup>1</sup>
Koppar	0,0299	29,86
Krom	0,0144 <sup>1</sup>	14,36 <sup>1</sup>
Kvicksilver	0,0003 <sup>1</sup>	0,29 <sup>1</sup>
Nickel	0,0138 <sup>1</sup>	13,78 <sup>1</sup>
Zink	0,1895	189,53

<sup>1</sup>För detektionsgräns.

Tabell B 37. Mängden av respektive ämne som tillförs marken om man vid spridning av fraktionen Cullinar ligger på gränsen för maximal tillförsel av totalfosfor. Nödvändig spridningsareal är då 0,041 ha enligt tabell B33 ovan

	Mängd vid maximal tillförsel av totalfosfor	
	[kg/ha]	[g/ha]
Totalkväve	181	180889
Totalfosfor	22	22000
Bly	0,0029 <sup>1</sup>	2,87 <sup>1</sup>
Kadmium	0,0006 <sup>1</sup>	0,57 <sup>1</sup>
Koppar	0,0318	31,78
Krom	0,0153 <sup>1</sup>	15,28 <sup>1</sup>
Kvicksilver	0,0003 <sup>1</sup>	0,31 <sup>1</sup>
Nickel	0,0147 <sup>1</sup>	14,67 <sup>1</sup>
Zink	0,2017	201,67

<sup>1</sup>För detektionsgräns.

### Fett från fettavskiljare

Tabell B 38. Nödvändig spridningsareal för fraktionen fett från fettavskiljare om man utgår från analysvärden och gränsvärdet för totalfosfor och totalkväve enligt gränsvärden i SJVFS 2010:55

Växtnäring	Gränsvärde [kg/ha, år]	Analysresultat [kg/ton]	Nödvändig areal [ha, år/ton]
Totalfosfor	22	0,03	0,001
Totalkväve	170	0,4	0,002

Tabell B 39. Nödvändig spridningsareal för fraktionen Cullinar om man utgår från analysvärden och gränsvärdet för respektive tungmetall för avloppsslam enligt SFS 1998:944

Tungmetall	Gränsvärde [g/ha, år]	Analysresultat [mg/kg TS]	Mängd [kg/ton]	Nödvändig areal [ha, år/ton]
Bly	25	23	0,0004600	0,0184
Kadmium	0,75	0,047	0,0000009	0,0013
Koppar	300	150	0,0030000	0,0100
Krom	40	5,8	0,0001160	0,0029
Kvicksilver	1,5	0,021 <sup>1</sup>	0,0000004	0,0003
Nickel	25	21 <sup>1</sup>	0,0004200	0,0168
Zink	600	130	0,0026000	0,0043

<sup>1</sup>Detektionsgräns.

Tabell B 40. Nödvändig spridningsareal för fraktionen fett från fettavskiljare om man utgår från analysvärden och föreslagna ändrade gränsvärden enligt Naturvårdsverkets förslag till förordning för avloppsfractioner. Analysresultaten för kvicksilver ligger på detektionsgränsen och arealen beräknas därför också för halva detektionsgränsen

Tungmetall	Gränsvärde [g/ha, år]	Analysresultat [mg/kg TS]	Mängd [kg/ton]	Nödvändig areal [ha, år/ton]
Kadmium	0,55	0,047	0,0000009	0,0017
	0,35 (år 2025)	0,047	0,0000009	0,0027
Kvicksilver	0,8	0,021 <sup>1</sup>	0,0000004	0,0005
	0,8	0,011 <sup>2</sup>	0,0000002	0,0003

<sup>1</sup> Detektionsgräns.

<sup>2</sup> Halva detektionsgränsen.

#### B4.4. NÖDVÄNDIG SPRIDNINGSAREAL

Beräkningar av halten totalfosfor och halten totalkväve uttryckt som kg/ton hos klosettatten och latrin redovisas i tabell B41 och B42. Medelvärdet för halten totalkväve och totalfosfor hos skolköksfraktioner redovisas i tabell B43. Därefter redovisas den spridningsareal som skulle krävas för olika sammansättningar av våtkompost utifrån gränsvärden för totalfosfor och totalkväve i SJVFS 2010:55.

Tabell B 41. Beräkning av halten totalfosfor i klosettatten och latrin utifrån analysvärden i Eveborn m.fl. (2007)

Fraktion	TS [%]	Totalfosfor [g/kg TS]	Totalfosfor [g/kg] <sup>2</sup>
Klosettatten	0,39 <sup>1</sup>	26,30 <sup>1</sup>	0,10
Latrin	5,33 <sup>1</sup>	24,00 <sup>1</sup>	1,28

<sup>1</sup> (Eveborn m.fl., 2007)

<sup>2</sup> [g/kg]=[kg/ton]

Tabell B 42. Beräkning av halten totalkväve i klosettatten och latrin utifrån analysvärden i Eveborn m.fl. (2007)

Fraktion	TS [%]	Totalkväve [g/kg TS]	Totalkväve [g/kg] <sup>2</sup>
Klosettatten	0,39 <sup>1</sup>	250,00 <sup>1</sup>	0,98
Latrin	5,33 <sup>1</sup>	61,90 <sup>1</sup>	3,30

<sup>1</sup> (Eveborn m.fl., 2007)

<sup>2</sup> [g/kg]=[kg/ton]

Tabell B 43. Beräkning av medelvärde för totalkväve och totalfosfor i skolköksavfall

Skolkök	Totalkväve [kg/ton]	Totalfosfor [kg/ton]
Länna	8,3	0,8
Lommar	14,9	0,9
Roden	6,6	0,9
Medelvärde	9,93	0,87

Tabell B 44. Areal som krävs för spridning av våtkomposten om allt funnet komplementmaterial tillsätts (enligt nedan) och totalfosfor antas vara det ämne som begränsar. Beräkningarna utgår från uppskattade avfallsmängder och gränsvärdet för totalfosfor (22 kg/ha, år (SJVFS 2010:55)). Mängden klosettwater har beräknats så att TS-halten ligger strax över 3 % i våtkompostsubstratet

Tillsatsmaterial	Halt totalfosfor [kg/ton]	Uppskattad avfallsmängd [ton/år]	Mängd totalfosfor [kg/år]	Nödvändig spridningsareal [ha, år]
Klosettwater	0,1	5700	570	25,91
Latrin	1,28	790	1011,2	45,96
Skolkök	0,87	120	100	4,8
Storkök <sup>1</sup>	0,87	37	32	1,5
Restauranger <sup>2</sup>	0,9	41	37	1,7
Eckerö	0,9	100	90	4,1
Livsmedelsbutiker	- <sup>3</sup>	340	-	-
Frukt och grönt	0,5	100 <sup>4</sup>	50	2,3
Fett från fettavskiljare	0,03	250	7,5	0,34
Enskilda hushåll	- <sup>3</sup>	5000	-	-
Totalt nödvändig spridningsareal [ha]				86,46

<sup>1</sup> Sjukvård (Augustjansgården, Birgittagården, Ros produktionskök) och kriminalvården.

<sup>2</sup> Restauranger (Cullinar kök och catering, Restaurang Valhall).

<sup>3</sup> Livsmedelsavfallet tas bort från denna beräkning eftersom det saknas information om halten totalfosfor. Ett annat argument är att det rör sig om stora mängder och dessa är osäkra och kanske inte tillgängliga. En mindre mängd frukt och grönt antas dock från livsmedelsavfallet.

<sup>4</sup> Mängden enbart uppskattad, finns ej underlag för den. Ingår i avfallsmängden från livsmedelsbutiker.

Tabell B 45. Areal som krävs vid spridning av våtkomposten med om allt funnet komplementmaterial tillsätts enligt nedan och totalkväve antas vara det som begränsar. Beräkningarna utgår från uppskattade avfallsmängder och gränsvärdet för totalkväve (170 kg/ha, år (SJVFS 2010:55)). Mängden klosettwater har beräknats så att TS-halten ligger strax över 3 % i våtkompostsubstratet

Tillsatsmaterial	Halt totalkväve [kg/ton]	Uppskattad avfallsmängd [ton/år]	Mängd totalkväve [kg/år]	Nödvändig spridningsareal [ha, år]
Klosettwater	0,98	5700	5557,5	32,69
Latrin	3,3	790	2606,42	15,33
Skolkök	9,9	120	1200	7,0
Storkök <sup>1</sup>	9,9	37	370	2,2
Restauranger <sup>2</sup>	7,4	41	300	1,8
Eckerö	7,4	100	740,00	4,4
Livsmedelsbutiker	- <sup>3</sup>	340	-	
Frukt och grönt	2,1	100 <sup>4</sup>	210,00	1,2
Fett från fettavskiljare	0,4	250	100,00	0,59
Enskilda hushåll	- <sup>3</sup>	5000	-	
Totalt nödvändig spridningsareal [ha]				65,13

<sup>1</sup> Sjukvård (Augustjansgården, Birgittagården, Ros produktionskök) och kriminalvården.

<sup>2</sup> Restauranger (Cullinar kök och catering, Restaurang Valhall).

<sup>3</sup> Livsmedelsavfallet tas bort från denna beräkning eftersom det saknas information om halten totalfosfor. Ett annat argument är att det rör sig om stora mängder och dessa är osäkra och kanske inte tillgängliga. En mindre mängd frukt och grönt antas dock från livsmedelsavfallet.

<sup>4</sup> Mängden enbart uppskattad, finns ej underlag för den. Ingår i avfallsmängden från livsmedelsbutiker.

Tabell B 46. Areal som krävs vid spridning av våtkomposten med komplementmaterial enligt nedan om totalfosfor antas vara det begränsande ämnet. Beräkningarna utgår från uppskattade avfallsmängder och gränsvärdet för totalfosfor (22 kg/ha, år (SJVFS 2010:55)). Mängden klosettwater har beräknats så att TS-halten ligger strax över 3 % i våtkompostsubstratet

Tillsatsmaterial	Halt totalfosfor [kg/ton]	Uppskattad avfallsmängd [ton/år]	Mängd totalfosfor [kg/år]	Nödvändig spridningsareal [ha, år]
Klosettwater	0,1	2500	252	11,45
Latrin	1,28	790	1011	45,96
Skolkök	0,87	120	100	4,8
Eckerö	0,90	100	90	4,1
Totalt nödvändig spridningsareal [ha]				66,25

Tabell B 47. Areal som krävs vid spridning av våtkomposten med komplementmaterial enligt nedan om totalkväve antas vara det begränsande ämnet. Beräkningarna utgår från uppskattade avfallsmängder och gränsvärdet för totalkväve (170 kg/ha, år (SJVFS 2010:55)). Mängden klosettwater har beräknats så att TS-halten ligger strax över 3 % i våtkompostsubstratet

Tillsatsmaterial	Halt totalkväve [kg/ton]	Uppskattad avfallsmängd [ton/år]	Mängd totalkväve [kg/år]	Nödvändig spridningsareal [ha, år]
Klosettwater	0,98	2500	2469,6	14,53
Latrin	3,3	790	2607	15,34
Skolkök	9,9	120	1200	7,0
Eckerö	7,40	100	740,00	4,4
Totalt nödvändig spridningsareal [ha]				41,20

Tabell B 48. Areal som krävs vid spridning av våtkomposten med komplementmaterial enligt nedan (latrin tillsätts ej) om totalfosfor antas vara det begränsande ämnet. Beräkningarna utgår från uppskattade avfallsmängder och gränsvärdet för totalfosfor (22 kg/ha, år (SJVFS 2010:55)). Mängden klosettwater har beräknats så att TS-halten ligger strax över 3 % i våtkompostsubstratet

Tillsatsmaterial	Halt totalfosfor [kg/ton]	Uppskattad avfallsmängd [ton/år]	Mängd totalfosfor [kg/år]	Nödvändig spridningsareal [ha, år]
Klosettwater	0,1	2400	240	10,91
Skolkök	0,87	120	100	4,8
Storkök <sup>1</sup>	0,87	37	32	1,5
Restauranger <sup>2</sup>	0,90	41	37	1,7
Eckerö	0,90	100	90	4,1
Totalt nödvändig spridningsareal [ha]				22,89

<sup>1</sup> Sjukvård (Augustjansgården, Birgittagården, Ros produktionskök) och kriminalvården.

<sup>2</sup> Restauranger (Cullinar kök och catering, Restaurang Valhall).



Tabell B 49. Areal som krävs vid spridning av våtkomposten med komplementmaterial enligt nedan (latrin tillsätts ej) om totalkväve antas vara det begränsande ämnet. Beräkningarna utgår från uppskattade avfallsmängder och gränsvärdet för totalkväve (170 kg/ha, år (SJVFS 2010:55)). Mängden klosettwater har beräknats så att TS-halten ligger strax över 3 % i våtkompostsubstratet

Tillsatsmaterial	Halt totalkväve [kg/ton]	Uppskattad avfallsmängd [ton/år]	Mängd totalkväve [kg/år]	Nödvändig spridningsareal [ha, år]
Klosettwater	0,98	2400	2352	13,89
Skolkök	9,9	120	1200	7,0
Storkök <sup>1</sup>	9,9	37	370	2,2
Restauranger <sup>2</sup>	7,40	41	300	1,8
Eckerö	7,40	100	740	4,4
Totalt nödvändig spridningsareal [ha]				29,12

<sup>1</sup> Sjukvård (Augustjansgården, Birgittagården, Ros produktionskök) och kriminalvården.

<sup>2</sup> Restauranger (Cullinar kök och catering, Restaurang Valhall).

## B4.5. VÄXTNÄRINGSÅTERFÖRSEL

Underlag till växtnäringsåterförslin för uppskattade mängder av respektive organiskt material, enligt figur 12, redovisas i tabell B50 och B51. I figur B1 åskådliggörs skillnaderna mellan de olika komplementmaterialen tydligare än i figur 12, orsaken är att återföringen från klosettwater och latrin har tagits bort från figuren.

Tabell B 50. Mängd totalkväve som återförs från uppskattade mängden av respektive organiskt material

Tillsatsmaterial	Halt totalkväve [kg/ton]	Uppskattad avfallsmängd [ton/år]	Mängd totalkväve [kg/år]
Klosettwater	0,98	5700	5586
Latrin	3,3	790	2607
Skolkök	9,9	120	1188
Storkök <sup>1</sup>	9,9	37	366
Restauranger <sup>2</sup>	7,4	41	303
Eckerö	7,4	100	740
Frukt och grönt	2,1	100	210
Fett från fettavskiljare	0,4	250	100

<sup>1</sup> Sjukvård (Augustjansgården, Birgittagården, Ros produktionskök) och kriminalvården.

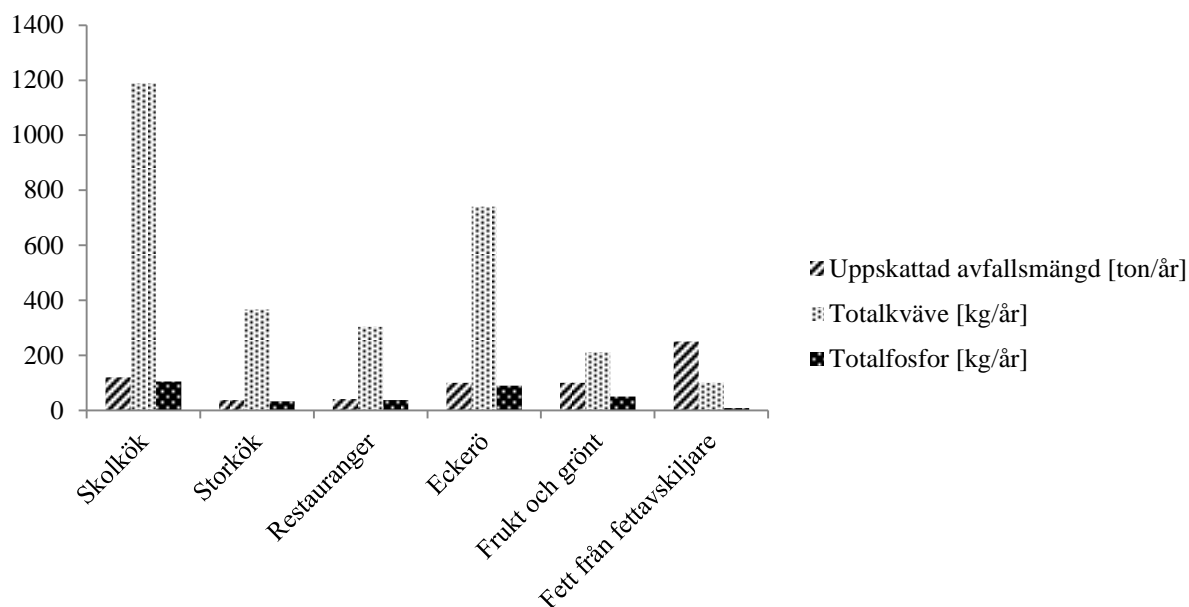
<sup>2</sup> Restauranger (Cullinar kök och catering, Restaurang Valhall).

Tabell B 51. Mängd totalfosfor som återförs från uppskattade mängden av respektive organiskt material

Tillsatsmaterial	Halt totalfosfor [kg/ton]	Uppskattad avfallsmängd [ton/år]	Mängd totalfosfor [kg/år]
Klosettvattnen	0,1	5700	570
Latrin	1,28	790	1011
Skolkök	0,87	120	104
Storkök <sup>1</sup>	0,87	37	32
Restauranger <sup>2</sup>	0,9	41	36
Eckerö	0,9	100	90
Frukt och grönt	0,5	100	50
Fett från fettavskiljare	0,03	250	8

<sup>1</sup> Sjukvård (Augustjansgården, Birgittagården, Ros produktionskök) och kriminalvården.

<sup>2</sup> Restauranger (Cullinar kök och catering, Restaurang Valhall).



Figur B 1. Växnäringsåterförsel av totalkväve och totalfosfor om uppskattade mängder av respektive komplementmaterial tillsätts. I benämningen storkök ingår sjukvård och kriminalvård, och benämningen restauranger ingår två verksamheter. Beräkningarna är gjorda utifrån analysvärdena.

#### B4.6. KLOSETTVATTENMÄNGD PER PERSON OCH ÅR

Beräkning av en persons årliga klosettvattnenförbrukning gjordes utifrån antagandet att Mini Flush-toaletten används. Enligt Malmén & Palm (2003) har den en spolvattenmängd på 0,8 liter per spolning och medelvärdet för TS-halten för klosettvattnet beräknades till 0,39 % (Eveborn m.fl., 2007). Antagandet att svensken i genomsnitt spolrar 9,5 spolningar per dygn gjordes också enligt resultat i Jönsson m.fl. (2005).

Tabell B 52. Antaganden för beräkning av en persons årliga klosettwaterförbrukning

Information	Värde	Referens
TS-halt [%]	0,39	(Eveborn m.fl., 2007)
Spolvattenmängd [liter/spolning]	0,8	(Malmén & Palm, 2003)
Spolningar [spolning/person, dygn]	9,5	(Jönsson m.fl., 2005)

Detta ger följande resultat:

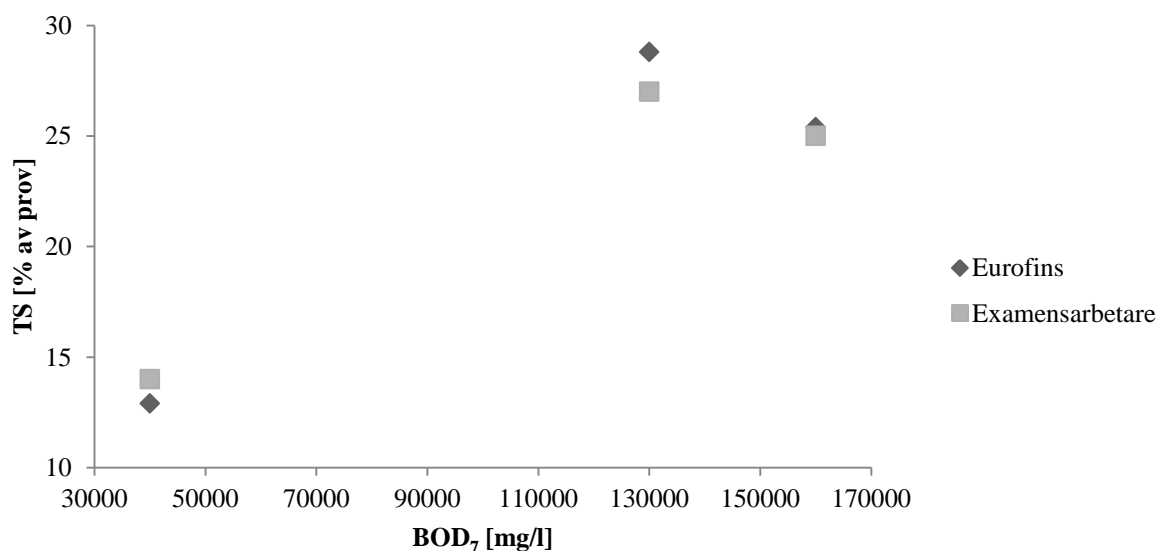
$$0,8 \text{ liter/spolning} \cdot 9,5 \text{ spolningar/person, dygn} = 7,6 \text{ liter/person, dygn}$$

$$7,6 \text{ liter/person, dygn} \cdot 365 \text{ dygn} = 2774 \text{ liter/person, år}$$

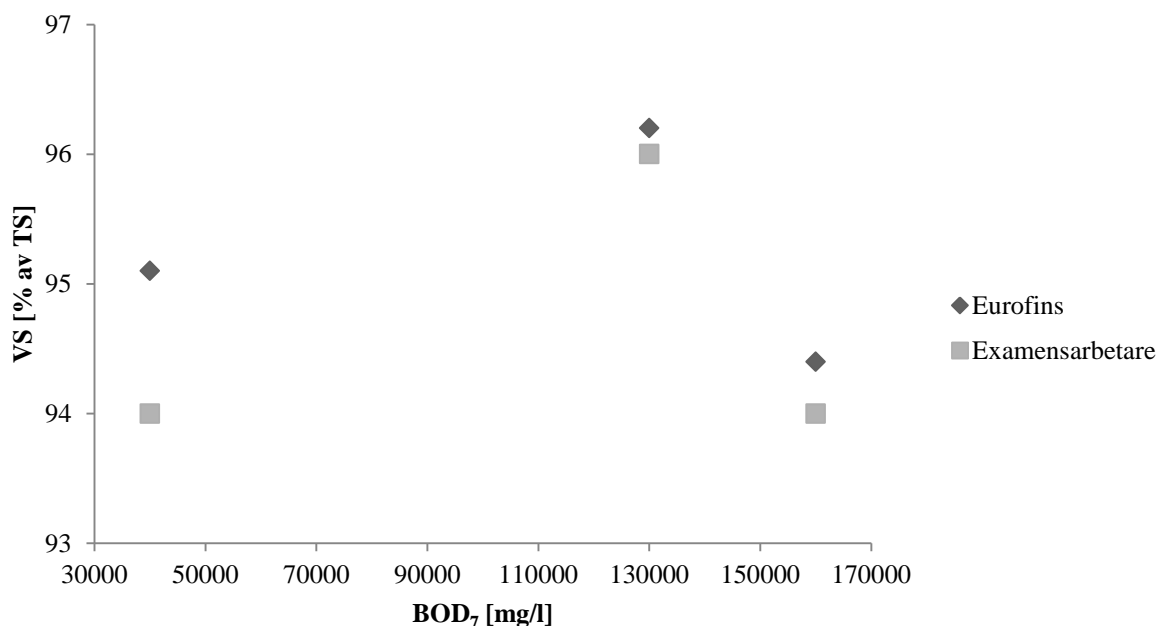
#### B4.7. SAMBAND BOD<sub>7</sub> OCH TS- RESPEKTIVE VS-HALT

Tabell B 53. Sammanställning av analysvärden för det eventuellt samband mellan BOD<sub>7</sub> och TS- respektive VS-halt. Resultaten är från Eurofins analyser, och resultaten inom parentes är examensarbetarens egna analysresultat för TS- och VS-halt

Prov	BOD <sub>7</sub> [mg/l]	TS [% av prov]	VS [% av TS]
Roden	130000	29 (27)	96 (96)
Cullinar	160000	25 (25)	94 (94)
ICA Frukt o grönt	40000	13 (14)	95 (94)



Figur B 2. Diagram över BOD<sub>7</sub> och TS-halt hos de tre proverna Roden, Cullinar och ICA Frukt och grönt. De mörkgrå snedställda kuberna symboliserar analysresultaten för TS-halt från Eurofins analyser, och de ljusgrå kvadraterna symboliserar analysresultaten för TS-halt från författarens egna analyser.



Figur B 3. Diagram över BOD<sub>7</sub> och VS-halt hos de tre proverna Roden, Cullinar och ICA Frukt och grönt. De mörkgrå snedställda kuberna symboliserar analysresultaten för VS-halt från Eurofins analyser, och de ljusgrå kvadraterna symboliserar analysresultaten för VS-halt från författarens egna analyser.

#### B4.8. FRAMTIDSSCENARION UTIFRÅN TILLGÄNGLIGHET

Vid beräkning av olika framtidsscenarioer efter uppskattad tillgänglighet hos de olika komplementmaterialen antogs att 80 % av respektive komplementmaterials fanns tillgängligt, enligt tabell B54. I fall 4 antas dock enbart 50 % av livsmedelsavfallet vara tillgängligt, men i fall 5 antas även resterande livsmedelsavfall upp till 80 % av de uppskattade mängderna finnas tillgängligt (tabell B54).

Tabell B 54. Olika framtidsscenarioer efter hur mycket komplementmaterial som antas finnas tillgängligt. 80 % av de uppskattade mängderna antas i beräkningarna. Mängden klosettwater bestäms utifrån att våtkompostsubstratets TS-halt är minst 3 %

	TS-halt [%]	Idag [m <sup>3</sup> ]	1 [m <sup>3</sup> ]	2 [m <sup>3</sup> ]	3 [m <sup>3</sup> ]	4 [m <sup>3</sup> ]	5 [m <sup>3</sup> ]
Klosettwater	0,39	720	1500	2150	2700	3800	4900
Latrin	5,33	790	790	790	790	790	790
Skolkök	25		96	96	96	96	96
Eckerölinjen	25			80	80	80	80
Storkök+restaurang	25				63	63	63
Livsmedelsbutiker	20					171	272
<b>Totala mängder [m<sup>3</sup>]</b>		<b>1510</b>	<b>2386</b>	<b>3116</b>	<b>3729</b>	<b>5000</b>	<b>6201</b>