

# Utvärdering av matavfallskvarnssystem i kv. Fullriggaren, Västra Hamnen i Malmö



Nicolina Magnusson

---

Vattenförsörjnings- och Avloppsteknik  
Institutionen för kemiteknik, LTH  
Examensarbete 2015



# Utvärdering av matavfallskvarnssystem i kv. Fullriggaren, Västra Hamnen i Malmö

av

**Nicolina Magnusson**

Examensarbetenummer: 2015-13

Vattenförsörjnings- och avloppsteknik  
Kemiteknik  
Lunds Universitet

Juni 2015

Handledare: **Åsa Davidsson**  
Biträdande handledare: **Mimmi Bissmont, VA SYD**  
Examinator: **Michael Cimbritz**

Bild på framsida: Matavfall. Foto taget av Maria Magnusson

---

**Postadress**  
Box 124  
221 00 Lund, Sweden  
**Hemsida**  
[www.vateknik.lth.se](http://www.vateknik.lth.se)

**Besöksadress**  
Getingevägen 60

**Telefon**  
+46 46-222 82 85  
+46 46-222 00 00  
**Telefax**  
+46 46-222 45 26



# Förord

Examensarbetet har utförts på Vattenförsörjnings- och avloppsteknik, vid Institutionen för Kemiteknik på Lunds Tekniska Högskola och i samarbete med VA SYD. Arbetet pågick under vårterminen 2015.

Min handledare Åsa Davidsson har varit ett stort stöd, tack för all din hjälp. I labbet stod Gertrud Persson för både upplärning och uppläxning men också för trevliga och roliga samtal. Tack till mina rumskamrater Lina Falk och Hjalmar Larsson för en trevlig stämning och upplyftande konversationer.

Från VA SYD hade jag stor hjälp av Roland Svensson som bistod med både sin tid och kunskap i samband med provtagningar i Västra Hamnen i Malmö. Tack även till min biträdande handledare Mimmi Bissmont för korrekturläsning av rapporten.

Tack till min kära vän Hanna Svemar för allt stöd, både under hängivna och uppgivna stunder. Även hennes handledare Marcus Thern på avdelningen för Kraftverksteknik ska ha tack för den tid och hjälp han delat med sig av.

Nicolina Magnusson  
Juni 2015



# Summary

To collect, treat and use food waste is desirable in society in order to recycle and efficiently use all resources. One stage of one of the Swedish environmental goals is to collect and treat 50 % of the food waste biologically in year 2018. A useful product from this treatment is biogas, which can be used for fueling vehicles, heating and producing electricity. Biogas could be produced from food waste by anaerobic digestion.

Fullriggaren is a neighborhood consisting of 600 apartments in the Western Harbor in Malmö. Food waste disposers were already installed during the construction in 2012. The food waste disposers are installed directly in the kitchen sinks and all water from the kitchen is lead and pumped into the tank. There are two tanks and the area is split into two systems; east and west.

This report is a continual evaluation of the neighborhood Fullriggaren based on an earlier study. The aim was to investigate if there is a difference in methane potential in the two systems. The existing mass balance needed to be improved with new background levels. Therefore a small literature study regarding nutrients from kitchen sinks was performed. An investigation about the avoidable food waste in kitchen sinks included an estimate of the distribution of every product in each waste category. This was based on the result from a report where the amount of avoidable food waste was poured into the sink and then measured in randomly selected households. The purpose with this study was to obtain a reliable background value to use in the mass balance.

The methane potential was measured in three bio methane potential (BMP) tests. The food waste from the western system generated more methane than the food waste from the eastern system, 593 respectively 543 Nml CH<sub>4</sub>/g VS. During the three performed BMP-tests, differences between the eastern and the western tank were observed. Compared to earlier studies, the result shows the opposite with highest methane production in the eastern tank. The conclusion is that the amount methane gas varies in different time occasions and seems to depend on the composition of the food waste during each sampling.

Information about nutrients in kitchen sinks was found in literature but most of the references were old and the studies had been performed in different ways and in different countries, which made it difficult to compare them. Values from a Swedish report in 1994 were considered the most reliable ones and were later used in the mass balance.

An attempt to improve the existing mass balance, which was initiated in a previous study, was conducted. New values, from both literature and new analysis were therefore used. The result indicated large differences for nitrogen but low differences for phosphorous. The mass balance also showed that the majority of TS and COD were transported away in the outflow.

Except for more analysis at Fullriggaren, updated research about nutrients in Swedish kitchen sinks would be necessary to further improve the mass balance since values that were used in this mass balance were from a day care center in 1994. Investigations of food waste from households in present time would further increase the reliability.





# Sammanfattning

Att samla in, behandla och utnyttja matavfall är önskvärt i ett samhälle för att ta vara på alla resurser och därtill uppnå miljömål om återvinning. Ett etappmål är att återvinna 50 % av matavfallet biologiskt år 2018 och därmed utvinna biogas som kan användas som bränsle; för fordon, uppvärmning och elproduktion. Biogas kan bland annat framställas från rötning av matavfall.

Kvarteret Fullriggaren är ett bostadsområde med 600 lägenheter i Västra Hamnen i Malmö där matavfallsskvarnarna installerades redan vid nybyggnationen 2012. Matavfallsskvarnarna är installerade direkt till köksvaskarna och allt vatten från köket leds och pumpas direkt till uppsamlingstanken. Det finns två uppsamlingstankar och bostadsområdet är således indelat i två slingor; östra och västra.

Denna rapport är en fortsatt utvärdering av kvarteret Fullriggaren baserat på en tidigare studie. Syftet var att vidare utreda om det finns en skillnad i metanpotential i avfallet från de två olika slingorna. Den existerande massbalansen behövde förbättras med hjälp av nya bakgrundsvärden. Därför gjordes en litteraturstudie om köksavlopps bidrag av näringsämnen. Dessutom gjordes en undersökning kring näringsämnen i köksavlopp som innefattade uppskattning av fördelning av produkter inom respektive avfallskategori. Detta baserades på resultat från en rapport där mängden onödigt matavfall som hålls ut i vasken mättes i slumpmässigt utvalda hushåll. Syftet med denna litteraturstudie var att få fram ett representativt bakgrundsvärde att använda till att förbättra massbalansen.

Metanpotentialen mättes i tre röt försök. Den västra slingans avfall genererade mer metangas än avfallet från den östra slingan, 593 respektive 543 Nml CH<sub>4</sub>/g VS. Under de tre röt försöken som utfördes sågs att skillnaden mellan östra och västra tanken varierade och jämfört med Bissmont, et al. (2015) är resultatet det motsatta, det vill säga att den östra tanken producerar mer metangas än den västra. Slutsatsen blir att mängden metangas varierar från tillfälle till tillfälle och verkar bero på sammansättningen av matavfall under respektive provtagning.

Information om näringsvärden i köksavlopp återfanns i en del litteratur men de flesta källor var äldre och undersökningarna hade utförts på varierande vis och i olika länder vilket gjorde de svåra att jämföra. Värden framtagna i Sverige år 1994 ansågs som mest tillförlitliga och användes senare i massbalansen.

Massbalansen som tidigare påbörjats försökte förbättras med nya värden, både från litteratur och från nya analyser. Resultatet från denna visade på stora skillnader för kväve, men små skillnader för fosfor. Massbalansen visade också att majoriteten av TS och COD försvinner i utloppet.

Förutom fler analyser i Fullriggaren skulle uppdaterad och förnyad forskning om näringsinnehåll i svenska köksavlopp kunna förbättra massbalansen ytterligare då värden som användes i denna massbalans var utförda i ett daghem år 1994. Undersökning i ett hushåll i nutid skulle höja tillförlitligheten ytterligare.



## Förkortningar och förklaringar

TS	Torrsubstans
VS	Organisk substans (Volatile Solids)
SS	Suspenderad substans
VSS	Organisk suspenderad substans
COD	Kemisk syreförbrukning (Chemical Oxygen Demand)
N-tot	Totalkväve
P-tot	Totalfosfor
hh	Hushåll
BDT/gråvatten	Bad, disk och tvättvatten
GC	Gaskromatograf
Onödigt matavfall	Mat som var ätbar när den slängdes
Oundvikligt matavfall	Matavfall som inte är ätbart och som normalt slängs
VFA	Flyktiga fettsyror (Volatile Fatty Acids)



# Innehållsförteckning

---

1	Bakgrund	1
1.1	Fullriggaren	1
1.2	Syfte	2
1.2.1	Frågeställningar	2
1.2.2	Genomförande	2
2	Litteraturstudie	5
2.1	Anaerob nedbrytning	5
2.1.1	Hydrolys	5
2.1.2	Fermentation	5
2.1.3	Anaeroba oxidationer	5
2.1.4	Metanbildning	5
2.1.5	Flyktiga fettsyror	5
2.2	Matavfall som substrat	6
2.3	Köksavlopp och diskvattens bidrag av näringsämnen	6
2.4	Matavfallskvarnar	8
2.4.1	Fullriggarens system	8
3	Metod	11
3.1	Insamling och behandling av ymp och substrat	11
3.1.1	Analyser	12
3.1.2	Rötförsök	13
3.1.3	Massbalans	14
4	Resultat och diskussion	15
4.1	Metanpotential	15
4.2	Massbalans	18
4.2.1	Oundvikligt och onödigt matavfall i köksavlopp	18
4.2.2	Bakgrundsvärde	20
4.2.3	Massbalansberäkning och näringsinnehåll	21
4.2.4	Allmän diskussion	26
5	Slutsatser	27
6	Framtida forskning	29
7	Litteraturförteckning	31
	Bilaga 1 – Uträkningar onödigt matavfall	I
	Bilaga 2 – Populärvetenskaplig sammanfattning	III



# 1 Bakgrund

Förbränning av fossila bränslen medför en ökad koncentration av växthusgaser i atmosfären. Dessa gaser genererar en förstärkt växthuseffekt med ökad medeltemperatur på jorden till följd. Denna temperaturökning leder till förändringar i ekosystem och påverkar även klimatet med naturkatastrofer och extrema vädersituationer (IPCC, 2015).

Genom att konvertera till andra energikällor, till exempel förnybara energikällor, kan växthuseffekten i bästa fall bromsas och konsekvenserna minska. 20 % av den totala energikonsumtionen i EU ska vara förnybar år 2020 (European Commission, 2014). Biogas är en förnybar energikälla och har en betydande del i detta mål. I Sverige kommer den största mängden biogas från rötning av slam från avloppsreningsverk (Jarvis & Schnurer, 2009). Matavfall stod för 3,8 % av den totala mängden rötat biogassubstrat år 2013 (Energimyndigheten & Energigas Sverige, 2014) och ger inte bara ett hållbart bränsle utan även en återvinning av det biologiska avfallet.

Avfallsmängderna ökar för varje år och resursåtervinning är viktigt för att minska användandet av råmaterial (Avfall Sverige, 2014). EU har utfärdat ett avfallsdirektiv som varje medlemsland måste följa (Naturvårdsverket, 2015a). Agerande ska ske efter avfallshierarkin vilket innebär att avfallets uppkomst först och främst ska förebyggas, i annat fall ska det i fallande ordning återanvändas, materialåtervinnas, energiåtervinnas och det sista alternativet är deponering. Enligt Avfallsförordningen är det i Sverige förbjudet att deponera både utsorterat brännbart avfall och organiskt avfall (Miljödepartementet, 2011).

I svenska hushåll slängdes det i genomsnitt 81 kg matavfall per person år 2012 (Naturvårdsverket, 2014). Långt ifrån allt källsorterades, endast 31 % återvanns 2013 med biologisk behandling. Målet är en återvinningsgrad på 50 % till 2018 (Naturvårdsverket, 2015b). Mycket hålls också ut i avloppen. En enkätundersökning utförd av Sörme, et al., (2014) visade att 26 kg matavfall spolades ner i avloppen per person och år. Majoriteten av detta uppskattades som onödigt avfall. Med denna statistik och vetskapen om att många brukare upplever papperspåsar som ohygieniska och svåra att använda rätt, finns incitament för matavfallskvarnar.

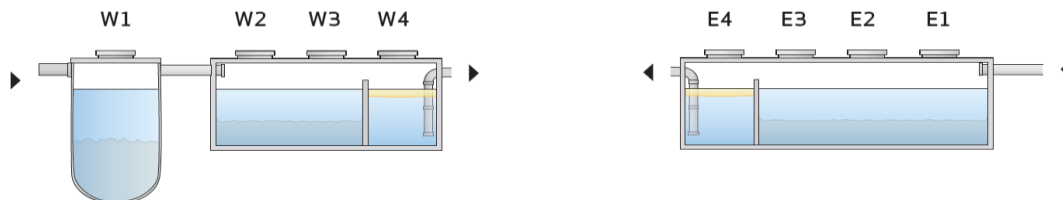
Användandet av matavfallskvarnar är en enkel metod som inte ger problem med odör eller andra praktiska olämpligheter, som till exempel att påsen går sönder. Intresset för dessa har ökat de senaste åren och det finns därför incitament för byggnadsherrar och kommuner att undersöka om dessa kan installeras i nybyggnationer och i redan befintliga hus.

## 1.1 Fullriggaren

Kvarteret Fullriggaren är ett bostadsområde med 600 lägenheter i Västra Hamnen i Malmö. VA SYD är VA-organisationen som ansvarar för detta område. Matavfallskvarnarna installerades redan vid nybyggnationen. Lägenheterna fick då två olika ledningar för grävatten; en från köket och en från badrummet. Matavfallskvarnarna är installerade direkt i köksvasken och allt vatten från köket leds och pumpas direkt till uppsamlingstanken.

På grund av det stora antalet lägenheter finns det två uppsamlingstankar och bostadsområdet är således indelat i två slingor; östra och västra.

De två tankarna är uppbyggda på olika sätt, se figur 1.1. Den västra slingans tank har till skillnad från den östra slingans tank, en försedimenteringstank. I den första och större delen av tanken sjunker matavfallet till botten och resterande vatten leds vidare till nästa avdelning i tanken. Den mindre och sista delen av tanken fungerar som en fettavskiljare, där fett och slam ansamlas på ytan medan vattnet rinner vidare och ut i ledningsnätet till reningsverket. Tankarna töms var fjärde vecka med en slamsugbil som transporterar det kvarnade matavfallet till VA SYD:s biogasanläggning vid Sjölunda Avloppsreningsverk i Malmö.



Figur 1.1. De två olika uppsamlingstankarna. Den västra (provtagningpunkterna W1-W4) har en försedimenteringstank medan den östra slingans tank (provtagningpunkterna E1-E4) inte är utrustad med det. Bild med tillåtelse från Mimmi Bissmont (2014).

Tidigare analyser har visat på en ofullständig massbalans med relativt stora variationer mellan ingående och utgående näringsämnen i både östra och västra tanken. De två tankarna har också gett olika stor metanpotential. Den östra tanken har en 18 % högre metanpotential och någon logisk förklaring har inte kunnat fastställas. Det finns även en pH-skillnad. Östra tanken ligger 1 pH-enhet under den västra tankens värde.

## 1.2 Syfte

Syftet med arbetet var att utvärdera systemet, både gällande tankuppbyggnad och -förvaring, näringsinnehåll och metanpotential. Genom mätningar av pH och näringsämnen som SS, VSS, COD, COD<sub>fil</sub>, N-tot och P-tot i inkommande och utgående vatten undersöktes om det fanns någon skillnad i de två tankarna. Med dessa värden undersöktes också om det gick att förbättra massbalansen.

### 1.2.1 Frågeställningar

- Vilket utbyte av metangas kan uppnås i östra och västra tanken?
  - Finns det några skillnader och vad beror det i så fall på?
- Varierar näringsinnehållet vid olika tömningstillfällena?
  - Skillnad mellan östra och västra tanken? Vad beror det i så fall på?
- Vad bidrar köksavlopp och diskvatten med?
- Finns det en pH-skillnad i östra och västra tanken?

### 1.2.2 Genomförande

Inledningsvis gjordes en litteraturstudie om köksavlopps bidrag av näringsämnen för att senare kunna förbättra den existerande massbalansen.

Prov togs ut vid två tillfällen, 23 februari och 23 mars.



Analyser av näringsämnen och metanpotentialförsök utfördes i labb på VA-teknik på institutionen för kemiteknik, LTH. Metanpotentialen undersöktes med två rötförsök enligt metod beskriven av Hansen, et al. (2004). Ett prov togs även ut i syfte att analysera näringsämnena i utgående vatten.



## 2 Litteraturstudie

### 2.1 Anaerob nedbrytning

Anaerob nedbrytning, det vill säga nedbrytning utan syre, kallas även för rötning. Denna process utförs av ett stort antal olika arter av mikroorganismer. De har ett starkt samarbete och är ytterst känsliga för förändringar. Ett bra substrat har en varierad sammansättning för att gynna flera olika organismers tillväxt. Mikroorganismerna kräver också en gynnsam omgivande miljö. Denna varierar dock mellan olika arter och därför är det viktigt att processen gynnar största möjliga antalet mikroorganismer. Viktiga parametrar är pH, temperatur, saltkoncentration och syrehalt. (Jarvis & Schnurer, 2009)

#### 2.1.1 Hydrolysis

I hydrolysen bryts näringsämnen ner till mindre molekyler som blir tillgängliga som substrat för mikroorganismerna. Fett bryts ner till fettsyror, protein till aminosyror och socker till enkla sockerarter med hjälp av enzym som mikroorganismerna själva utsöndrar. Även olika alkoholer bildas. (Jarvis & Schnurer, 2009)

#### 2.1.2 Fermentation

Alla produkterna, förutom fettsyrorna, från hydrolysen i föregående steg används som kol och energikälla i fermentationsreaktioner. I dessa bildas organiska syror, alkoholer, ammoniak, koldioxid och vätgas. Substratets sammansättning och vilka mikroorganismer som är närvarande är avgörande för vilka produkter som bildas i detta steg. Omgivningsförhållandena spelar också stor roll för vilka produkter som bildas, även om samma mikroorganismer är närvarande. (Jarvis & Schnurer, 2009)

#### 2.1.3 Anaeroba oxidationer

Fermentationens produkter bryts vidare ner i anaeroba oxidationer. I detta steg är samarbetet, syntrofin, mellan dessa organismer och de metanbildande mikroorganismerna i nästa steg mycket viktigt. Under de anaeroba oxidationerna bildas vätgas, koldioxid och flyktiga fettsyror. En för stor koncentration av vätgas gör att oxidationerna avstannar. De metanbildande mikroorganismerna konsumerar vätgas och håller koncentrationen på en lagom nivå för att de anaeroba oxidationerna ska fortgå. (Jarvis & Schnurer, 2009)

#### 2.1.4 Metanbildning

I detta steg omvandlas vätgas, koldioxid och flyktiga fettsyror till biogas som består av metangas och koldioxid. Detta utförs av en grupp mikroorganismer från släktet arkea som kallas metanogener. Bland dessa är det de så kallade acetotrofa metanogenerna som genererar mest biogas, upp till 70 %. Acetat klyvs och bildar metan och koldioxid i acetogenernas metabolism. En annan typ av metanogener är hydrogenotroferna som använder vätgas och koldioxid som substrat för att bilda metangas. (Jarvis & Schnurer, 2009)

#### 2.1.5 Flyktiga fettsyror

Flyktiga fettsyror (VFA) är både produkter i den anaeroba oxidationen och substrat till metanogenerna som producerar metangas. En ökad mängd flyktiga substanser i en anaerob process ökar också mängden producerade VFA. Flyktiga fettsyror påverkar också alkalinitet och pH. Den optimala koncentrationen av VFA för metanogener är 50-500 mg/l (H. Gerardi, 2003)

## 2.2 Matavfall som substrat

Matavfall ger vanligtvis ett högt utbyte av metan då det är ett varierat substrat som kan tillgodose många olika typer av mikroorganismer. Samrötning med andra substrat kan höja metanutbytet ytterligare då substratet blir än mer varierat (Jarvis & Schnurer, 2009).

Vanligtvis har matavfall en hög TS-halt vilket försvårar en kontinuerlig inmatning i röt-kammaren. Därför brukar matavfallet spädas till en pumpbar vätska för att lättare kunna tillsättas i processen (Jarvis & Schnurer, 2009). Den vanligaste rötningemetoden med matavfall är enstegrötning i en CSTR-tank (continuously stirred tank reactor). Matavfallens sammansättning kan variera beroende på ort och årstid och därmed också potentialen för produktion av biogas. (Jarvis & Schnurer, 2009)

För vissa substrat har det visat sig att det verkliga metanutbytet är högre än det teoretiska. Detta visar på osäkerheten i att fastställa en metanpotential utifrån en grov substratkaraktärisering. Vidare menar Carlsson & Uldal (2009) att det verkliga metanutbytet fås genom att göra kontinuerliga rötförsök med det specifika substratet och en bedömning av substratets övriga egenskaper ska göras för att avgöra materialets lämplighet som biogasråvara.

Carlsson & Uldal (2009) förklarar förhållandet mellan kol och kväve som viktigt för mikroorganismernas tillväxt. Ett överskott på kväve (låg C:N-kvot) ger en hög tillväxt av mikroorganismer och därmed en snabb nedbrytning, men risk finns att för mycket ammonium bildas som kan inhibera processen. Ett underskott på kväve (hög C:N-kvot) ger en liten mängd mikroorganismer och därmed tar nedbrytningen längre tid. Det är även viktigt att ta hänsyn till vilka former kol och kväve är i. Kol kan finnas tillgängligt i form av socker som är lättare att brytas ner av mikroorganismerna än till exempel lignin som inte kan brytas ner anaerobt. Detsamma gäller även för det organiska kvävet som också kan brytas ner olika snabbt beroende på vilken form det är i.

Den optimala C:N-kvoten ligger runt 20 för anaeroba rötningprocesser. En kvot under 15 eller över 30 genererar problem enligt ovan. Källsorterat matavfall från hushåll har en C:N-kvot som ligger mellan 19-32. En samrötning kan även ge en mer optimal C:N-kvot. (Carlsson & Uldal, 2009)

## 2.3 Köksavlopp och diskvattens bidrag av näringsämnen

Sundberg, et al. (1995) beskriver flera undersökningar och mätningar av näringsämnen i hushållsavlopp. Bland annat är det gjort mätningar på BDT-vatten hos hushållen i en ekoby. Även mätningar på köksavlopp är gjorda men då i tre olika storkök med 18, 300 respektive 500 tillagade portioner per dag. Litteraturstudier av samma författare är också utförda för att få fram schablonvärden för näringsämnen i BDT-vatten. De resultat som redovisas i tabell 2.1 är från en undersökning i ett daghemskök med 18 lagade portioner per dag. Dessa värden är av författaren konverterade till tillförseln av näringsämne per capita och dag.

Friedler & Butler (1996) rapport inkluderar två undersökningar som båda utförts i hushåll i nordöstra England. I den första mättes endast vattenkonsumtionen för respektive facilitet i hushållet. I den andra undersökningen mättes näringsämnen för varje facilitet genom regelbundna mätningar i elva 24-timmarssessioner. Denna undersökning visade också hur stor variation det är för varje facilitet. Köksavloppet var den med högst variation i näringsammansättning. De presenterar sina resultat i enheten mg/användningstillfälle vilka sedan Almeida, et al. (1999) konverterar till g/m<sup>3</sup> genom en sammanställning av undersökningen som Butler (1993) utfört. Den senare undersökningen har fokuserat på antalet användningar samt storleken på flödet per dag från varje facilitet i hemmet.

Friedler (2004) gjorde en undersökning i Israel där alla faciliteter i hemmet utom toaletten mättes. Köksavloppet pekades ut som den största källan till de flesta näringsämnena. Det utgjorde även det största flödet med 26 %. Tillsammans med diskmaskin utgjorde flödet från köket 31 % av den totala mängden gråvatten. Enligt deras egen sammanställning av litteraturvärden för respektive näringsämne kan det noteras att undersökningen i Israel genererar högre värden för diskmaskinen men lägre värden för själva köksvasken.

En undersökning gjordes på ett universitet i England där 40 studenter bodde tillsammans i ett större hushåll (Surendran & Wheatley, 2007). Det presenteras även värden från hushåll som mätts under 10 månader. En total vattenkonsumtion finns endast redovisad för dessa hushåll.

Gällande mängden vatten som används per person och dag i köket presenterar Sydsvatten (2014) ett värde på 45 l/p/d. I en flödesmätning som utfördes på Fullriggaren av Bissmont, et al. (2015) visade den västra slingan en vattenförbrukning på 41 l/p/d och den östra slingan 30 l/p/d. Det senare bedömdes som mindre tillförlitligt och därför användes 41 l/p/d i massbalansen som utfördes av samma författare.

Resultaten för samtliga beskrivna undersökningar presenteras i tabell 2.1.

*Tabell 2.1. Sammanställning över litteraturvärden för total volym och näringsämnen i köksavlopp.*

	(Sundberg, et al., 1995)	(Almeida, et al., 1999)	(Friedler, 2004) Inkl. diskmaskin	(Friedler, 2004) Exkl. diskmaskin	(Surendran & Wheatley, 2007) Inkl. diskmaskin
<b>Volym (l/p/d)</b>	23	13,3	30	25	36,5
<b>Enhet</b>	g/p/d	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>COD</b>	15,3	1079	2636	1340	936
<b>BOD</b>	BOD <sub>7</sub> 8,9		1589	890	536
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	0,004		6	0,6	4,6
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>		5,8			0,45
<b>N-tot</b>	0,31				
<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>		26	559	22	15,6
<b>P-tot</b>	0,073				
<b>VSS</b>		196	883	459	
<b>SS</b>	3,1				
<b>TS</b>			4091	1272	

Även matavfall bidrar med näringsämnen i köksavloppen. Matavfallet kan delas in i två kategorier; onödigt och oundvikligt. Onödigt matavfall är sådant som skulle kunna förtäras men som av någon anledning blivit över från en måltid eller blivit för gammalt. Oundvikligt matavfall innefattar spad-, kok- och sköljvatten.

Sörme, et al. (2014) gjorde enkätundersökningar i 2050 slumpmässigt utvalda hushåll. Dessa hushåll skulle uppskatta hur mycket matavfall de spolade ner i köksavloppet per dag i totalt fyra dagar. Hälften av hushållen mätte första delen av veckan och hälften av hushållet mätte andra delen av veckan. De hade sju olika livsmedelskategorier att ange och det var endast det onödiga som skulle mätas. Hushållen hade inte matavfallskvarnar installerade.

Resultatet från Sörme, et al. (2014) visar endast vilken typ av matavfall som spolas ner samt totala vikten av detta. I genomsnitt hålls det ut 26 kg onödigt matavfall per person och år. Generellt håller hushåll med fler personer ut mindre per person än hushåll med färre boende. Undantaget är hushåll med två personer som håller ut mindre än de med tre boende. Av hushållens totala mängd matavfall är det 23 % som hålls ut via avloppet. Av den totala mängden som hålls ut i avloppet är de största andelarna kaffe/te (40 %), mejeriprodukter (25 %) och övriga drycker (saft, läsk, alkohol) (10 %).

## **2.4 Matavfallskvarnar**

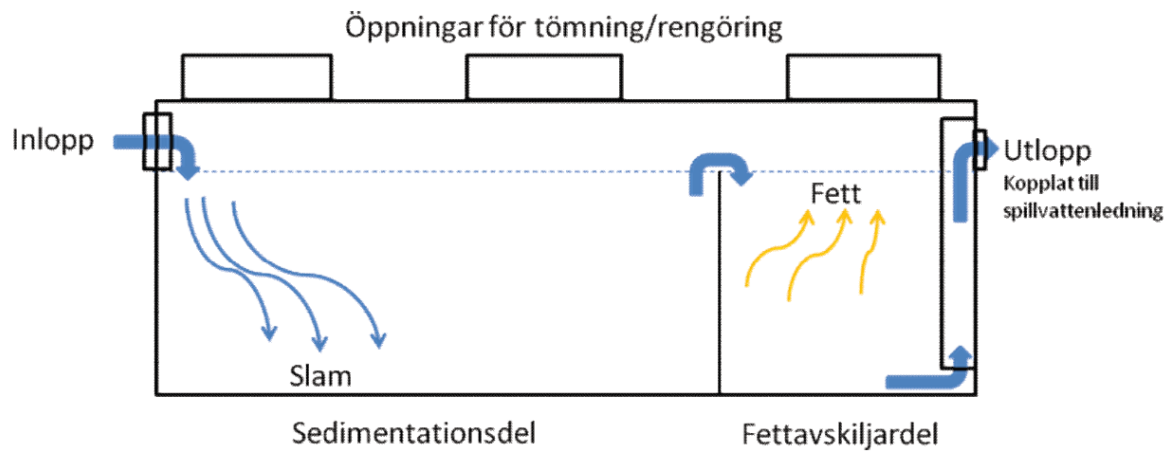
System med matavfallskvarnar kan vara uppbyggda med tillhörande tank som töms regelbundet, eller kopplas direkt på ledningsnätet (Davidsson, et al., 2011). Det sistnämnda är inte tillåtet i VA SYD:s ledningsnät då ledningsnätet har för liten gradient på grund av topografien (VA SYD, 2014). Dessutom skulle de ökade mängderna organiskt material medföra extra kostnader för reningsverket genom ökad kemikalieanvändning och mer underhåll.

En förstudie av Stockholm Vatten (2008) beskriver att matavfallet rivs i små bitar med hjälp av skär liknande rivjärn. Innan matavfallet sköljs ner i rören passerar det en hålskiva med 4-5 mm i diameter. Vattenförbrukningen ökar endast marginellt när matavfallskvarnar installeras och den genomsnittliga ökningen har uppskattats till 3-6 l/hh/dygn.

### **2.4.1 Fullriggarens system**

Tankarna på Fullriggaren är uppbyggda enligt figur 2.1. Västra tanken har utöver denna tank även en försedimenteringstank. Det inkommande vattnet med malt matavfall kommer in och i första tanken sedimenterar slammet till botten. I nästa kammare avskiljs fett och flyter upp till ytan. Utloppet sker i nedre delen av tanken och rinner vidare ut på ledningsnätet till reningsverket.

Fullriggaren är ett fullskaligt projekt som har varit igång sedan nybyggnationen 2012. Tankarna har tömts var fjärde vecka men från och med april 2015 töms de var tredje vecka (Svensson, 2015).



Figur 2.1. Principskiss över tankarnas uppbyggnad. Bild med tillåtelse från Davidsson, et al. (2011).





## 3 Metod

Prov från tankarna togs ut totalt två gånger, februari och mars. Rötförsök påbörjades två dagar senare. Nödvändiga analyser som pH-mätning och bestämmande av TS och VS utfördes samma dag, likaså samlingsprovet gjordes samma dag. Analyser av näringsämnen påbörjades när rötförsöket var igångsatt.

Under första provtagningen i februari togs det endast ut prov från tankinnehållet strax innan tömning. I mars togs totalt tre typer av prover från respektive tank:

- Tankinnehåll
- In- och utflöde
- Tankinnehåll 3 timmar efter tömning

### 3.1 Insamling och behandling av ymp och substrat

Inför båda rötförsöken hämtades ymp (slam med nödvändiga mikroorganismer) från en aktiv rötkammare på Källby Avloppsreningsverk i Lund fem dagar innan för att en avgasning skulle hinna ske. Ympens TS och VS-halt analyserades.

Prover från tankinnehållet togs ut cirka en timme innan tankarna tömdes, alltså efter en lagringstid på 4 veckor. Ett representativt prov med ett Wincklerrör (Bissmont, et al., 2015) togs ut från varje provtagningspunkt (W1-W4 och E1-E4) i respektive tank, se figur 1.1 och figur 3.1.



*Figur 3.1. Wincklerröret fyllt med matavfall under en provtagning.*

Totalt fyra hinkar med prov togs ut från varje tank. För att få ett representativt prov för varje tank gjordes ett samlingsprov för den östra respektive västra tanken. Proven från alla fyra hinkarna blandades då proportionellt enligt volymen för respektive provtagningspunkt som kan utläsas i tabell 3.1. Dessa samlingsprov användes sedan som substrat i rötningen. Samlingsproven var nödvändiga för att få ett representativt prov så likt som det blir i verkligheten när tanken töms i sin helhet och innehållet transporteras till rötanläggningen.

Tabell 3.1. Volymfördelningen i västra och östra tankens olika provtagningspunkter, enligt figur 1.1 (Bissmont, et al., 2015).

<b>Västra</b>	<b>W1</b>	<b>W2</b>	<b>W3</b>	<b>W4</b>	<b>Total tankvolym</b>
<b>Delvolym</b>	72 %	5,8 %	11,7 %	10,5 %	7,1 m <sup>3</sup>
<b>Östra</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>Total tankvolym</b>
<b>Delvolym</b>	25,4 %	25,4 %	25,4 %	23,8 %	5,6 m <sup>3</sup>

När tankarna tömts togs nya prover ut cirka tre timmar efter tömning. Det fanns fortfarande kvar lite matavfall och vatten i botten direkt efter tömning. Den västra tanken har en stor försedimenteringstank som hade fyllts till 25 % vilket medförde att de andra facken inte hunnit fyllas alls. I den östra tanken togs det ut prov från de tre första provtagningspunkterna men mängden var som störst i det första facket, därifrån också analyserna gjordes. Då försedimenteringstanken för västra slingan är 5 m<sup>3</sup> stor hade inte tankinnehållet hunnit rinna över till den andra provtagningspunkten i västra tanken när prov togs ut tre timmar efter tömning.

### 3.1.1 Analyser

Analys av COD, N-tot och P-tot utfördes med Dr Hach Lange med följande etikettnummer; LCK114, LCK238, LCK338 och LCK350. Matavfallet från tankarna mixades ordentligt innan analys och alla övriga fraktioner späddes till lämplig koncentration för att kunna mätas inom det angivna intervallet från Dr Lange för respektive analysenhet.

För analys av VFA, SS, VSS och COD<sub>fil</sub> användes filterpapper med en porstorlek på 0,45 µm. Efter filtrering torkades papperna i 20-24 h i 105 °C och efter vägning kunde SS räknas ut. VSS räknades ut efter glödning i 2 h i 550 °C och efterföljande vägning. Analys av COD<sub>fil</sub> utfördes med Dr Hach Lange med etikettnummer LCK114.

TS beräknades genom att väga kvarvarande mängd av prov efter torkning i 20-24 h i ugn med temperatur 105 °C. Vägning och bestämmande av förlusten av provmängd efter glödning i 2 h i 550 °C gav VS.

Prov för VFA filtrerades, 0,9 ml togs ut och konserverades med 0,1 ml fosforsyra. 0,2 µl av sammansättningen analyserades sedan i en gaskromatograf med en HP-FFAP kolonn ((CTA19095F-123E) 30 m × 0,530 mm × 1,00 µM), temperaturgräns 60 - 240 °C. Injektortemperatur var 180 °C och FID 260 °C. Kvävgas utgjorde bärargasen med ett flöde på 67 ml/min.

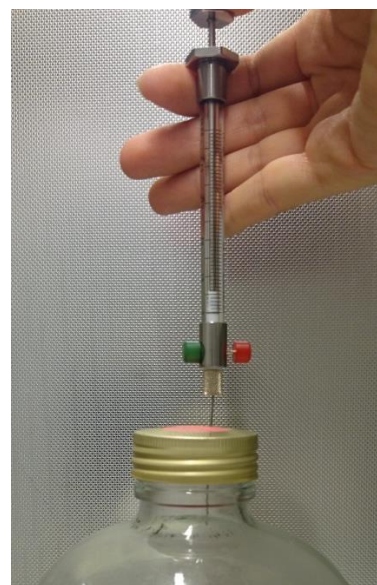
### 3.1.2 Rötförsök

De två rötförsöken utfördes baserat på metoden beskriven i Hansen, et al., (2004). Rötförsöket utfördes mesofilt i 37°C. Totalt 4 g VS från ymp och substrat fördelades i flaskor där 60 % av VS kom från ympen och 40 % från substratet. Matavfallet från tankarna utgjorde substratet i försöken och innehållet i hinkarna omrördes ordentligt innan mängden substrat mättes upp. Flaskorna fylldes upp med vatten till en total mängd vätska av 400 ml under det första rötförsöket och 500 ml under andra rötförsöket. Efter uppvägning av substrat, ymp och vatten sköljdes flaskorna med kvävgas i ett par minuter innan tätslutande korkar sattes på och flaskorna sattes i ett värmeskåp med 37°C. Rötförsöken fortgick i 37 respektive 41 dygn.

Vid första rötförsöket rötades både prov uttagna i februari 2015 och prov som togs ut hösten 2014 och som sedan dess varit frysta. Vid andra rötförsöket rötades prov uttagna i mars 2015. Ymp hämtades från Källby Avloppsreningsverk som avgasade i fem dygn innan rötförsöken startades. Som referenssubstrat användes cellulosa för att kontrollera att ympen höll god kvalitet. Gastäta flaskor med en totalvolym på 2 liter användes. Förhållandet mellan ymp och avfall var 3:2 på VS-basis. Rötförsöken fortgick i 37 respektive 41 dygn. Metangasen från flaskorna togs ut med en trycktät spruta och gasen analyserades i en gaskromatograf (Varian 3800 med en termisk konduktivitetssdetektor (TCD) och 2,0 (length), 1,8" (diameter), 2,0 mm (film) HAYESEP nätkolonn).



*Figur 3.2. Bilden visar en tvålitersflaska med ymp, substrat och vatten. Ett gasprov togs ut ur flaskan med en trycktät spruta som sedan analyserades i GC:n*



*Figur 3.3. Närbild på korken och den trycktäta sprutan.*

### 3.1.3 Massbalans

Tidigare beräkningar visar på att massbalansen behöver förbättras. I ett försök att balansera massbalansen gjordes en litteraturstudie på innehållet i en rapport från Naturvårdsverket ”Mängd mat och dryck via avloppet” (Sörme, et al., 2014). Rapporten lämnar uppgifter om hur mycket onödigt matavfall från varje livsmedelskategori som spolas ner i köksavloppet per person och år, men även hur dessa siffror varierar med hushållens storlek. I Fullriggaren bor det i genomsnitt 2,4 personer per hushåll (Bissmont, et al., 2015) och motsvarande siffra från Sörme, et al. (2014) användes. För varje livsmedelskategori uppskattades ett antal produkter samt deras procentuella användning. Information om näringsinnehåll för respektive produkt hittades i Livsmedelsverkets databas (Livsmedelverket, 2015b).

I flödesmätningar som utfördes av Bissmont, et al. (2015) i Fullriggaren var vattenförbrukningen 41 l/p/d. Detta värde användes i beräkningen för onödigt matavfall baserat på Sörme, et al. (2014). Ett förhållande mellan kväve och protein på 6,5 användes i denna beräkning (Livsmedelsverket, 2015a). Se bilaga 1 för detaljerad uträkning.

Mer praktiska försök för att förbättra massbalansen gjordes också genom att ta prov på in- och utflödet från tankarna samt att ta ut prov tre timmar efter tankarna blivit tömda och innan någon avskiljning hunnit ske, och analysera näringsvärdena i dessa. Ett försök att balansera massbalansen genomfördes även med dessa värden.

## 4 Resultat och diskussion

Matavfallet från tankarna visar en varierande sammansättning för COD, N och P enligt tabell 4.1. COD varierar mest, med 39 % skillnad mellan högsta och lägsta värdet. Något samband kan inte utläsas mellan matavfallet i den östra och västra tanken eller mellan det första och andra mättillfället. Kväve och fosfor varierar inte i lika stor utsträckning. TS, VS och pH-värdet håller sig däremot på samma nivå. Enligt Bissmont, et al. (2015) utgör COD<sub>fil</sub> cirka 10 % av totala koncentrationen COD, vilket innebär att 10 % av COD finns i löst form.

Matavfallet verkar alltså variera mycket och dessa skillnader gäller även i jämförelse med Bissmont, et al. (2015). Det gör det svårt att förutspå hur sammansättningen kommer vara vid varje tömningstillfälle. En trolig förklaring till denna skillnad är att hushållens matavfall varierar för varje månad, samt att mätosäkerheten är hög då få analyser gjorts.

Tabell 4.1. Koncentration av olika parametrar i matavfallet i tankarna för respektive samlingsprov.

	COD (mg/l)	N (mg/l)	P (mg/l)	TS (%)	VS (%)	pH
Ö (24/2)	65022	1330	115	4,36	97,9	4,60
V (24/2)	85634	1328	131	4,66	96,8	4,68
Ö (26/3)	86753	1188	134	5,45	96,4	4,62
V (26/3)	52997	1341	92	3,17	96,9	4,82

### 4.1 Metanpotential

Den teoretiska metanpotentialen för de respektive tankarna och för cellulosan bestämdes av Bissmont, et al. (2015) efter analys av fett, protein och kolhydratinnehåll och kan ses i tabell 4.2. Här visar matavfall från den östra tanken störst potential. Sammansättningen av fett, protein och kolhydrater har endast analyserats en gång men innehållet i tankarna kan antas variera och då påverka näringsinnehållet. Metanpotentialerna kan därför också antas variera något från de olika tömningstillfällena.

Tabell 4.2. Teoretiska metanpotentialer för respektive tank bestämda av Bissmont, et al. (2015) samt teoretisk metanpotential för cellulosa.

	Nml CH <sub>4</sub> /g VS
Östra	655
Västra	627
Cellulosa	415

Rötförsöken visar en potential på 573-632 Nml CH<sub>4</sub>/g VS. Resultaten kan ses i tabell 4.3 och tabell 4.4 där även utbytet av den teoretiska metanpotentialen presenteras. Matavfallet från den västra tanken visar högre metanpotential än det från den östra varav ett resultat är något högre än det teoretiska. Metanpotentialen från matavfallet i den östra tanken uppnår inte de teoretiska värdena. De teoretiska värdena är endast uträknade från ett provtagningstillfälle av Bissmont, et al. (2015). Detta medför att dessa värden inte överensstämmer helt för matavfallet under dessa provtagningar och ska därför endast ses som riktvärden.

Tabell 4.3. Metanpotentialer samt utbytet för den västra tanken.

	Nml CH <sub>4</sub> /g VS	Utbyte
<b>Västra 2014</b>	574	92 %
<b>Västra feb</b>	632	100 %
<b>Västra mars</b>	573	91 %
<b>Medelvärde</b>	593	95 %

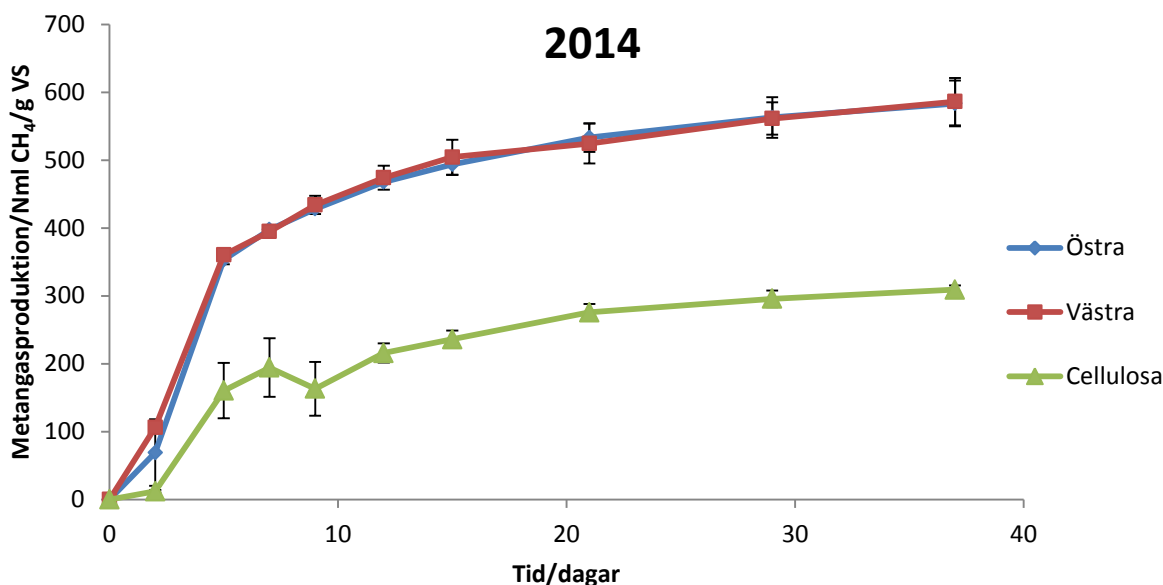
Tabell 4.4. Metanpotentialer samt utbytet för den östra tanken.

	Nml CH <sub>4</sub> /g VS	Utbyte
<b>Östra 2014</b>	573	87 %
<b>Östra feb 2015</b>	573	87 %
<b>Östra mars</b>	484	74 %
<b>Medelvärde</b>	543	83 %

Metanpotentialen för respektive rötförsök kan också ses i figur 4.1, figur 4.2 och figur 4.3. Då försöket utfördes i triplikat kunde de flaskor som avvek mycket från de andra uteslutas från det slutgiltiga resultatet då det är troligt att dessa flaskor läckte eller på annat vis inte lyckades producera gas i enlighet med de andra två flaskorna. Matavfallet är inte heller homogent då det inte finfördelades innan rötförsöket vilket också kan leda till ojämna resultat för samma substrat. Under uppmätningen av substrat kunde större bitar av matavfallet komma ned i flaskan. Metanpotentialen kan påverkas rejält om till exempel en bit fett utgör en stor del av det uppmätta substratet. Matavfallet har tagits ut i flera steg innan uppmätning i flaskorna, vilket ger en viss osäkerhet då varje uttagning ger utrymme för avvikelser och inhomogenitet. En del mätningar gav höga standardavvikelse vilket kan bero på större avvikelser mellan flaskorna men även mätosäkerhet hos GC:n.

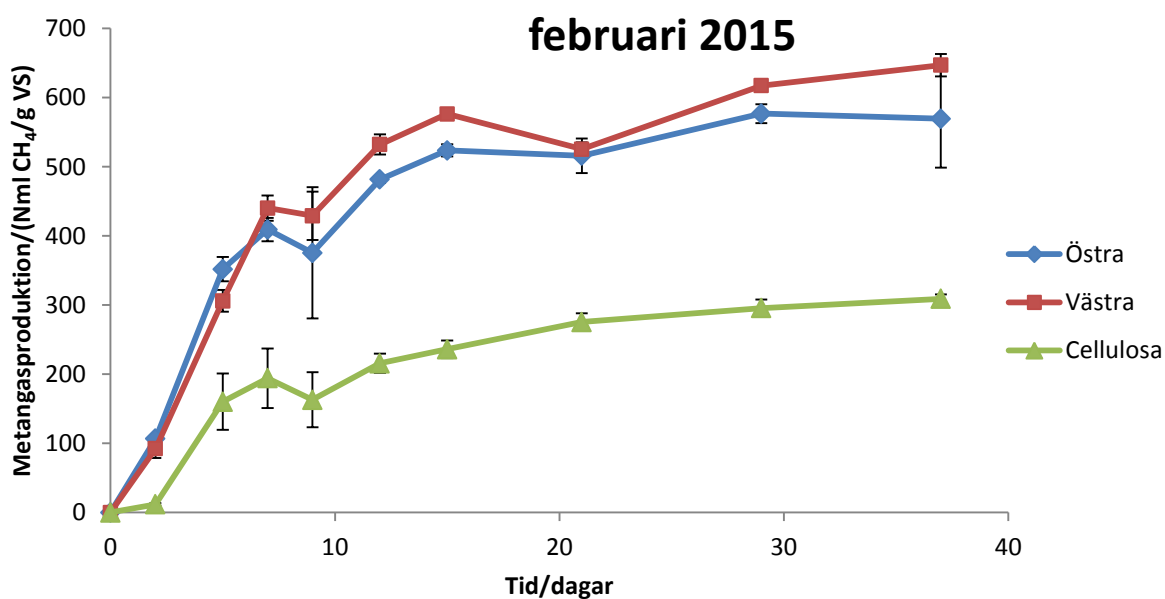
Proverna från 2014 hade varit frysta i fem månader innan rötförsöket startades. Frysning ska helst undvikas eftersom det innebär en slags förbehandling av materialet. Frysning påverkar metanpotentialen i en oftast positiv riktning (Carlsson & Schnürer, 2011).

Proverna uttagna under hösten 2014 gav en metanpotential på 573 och 574 Nml CH<sub>4</sub>/g VS för östra respektive västra tanken. Standardavvikelseerna är låga vilket visar på ett tillförlitligt resultat. Kurvan är inte helt utplanad i sista fasen, men då de teoretiska metanpotentialerna är uppnådda är det inte troligt att värdena skulle fortsätta stiga. Enligt Hansen, et al. (2004) är det okej att avbryta ett försök tidigare än 50 dygn om substratet uppnått sin teoretiska metanpotential.



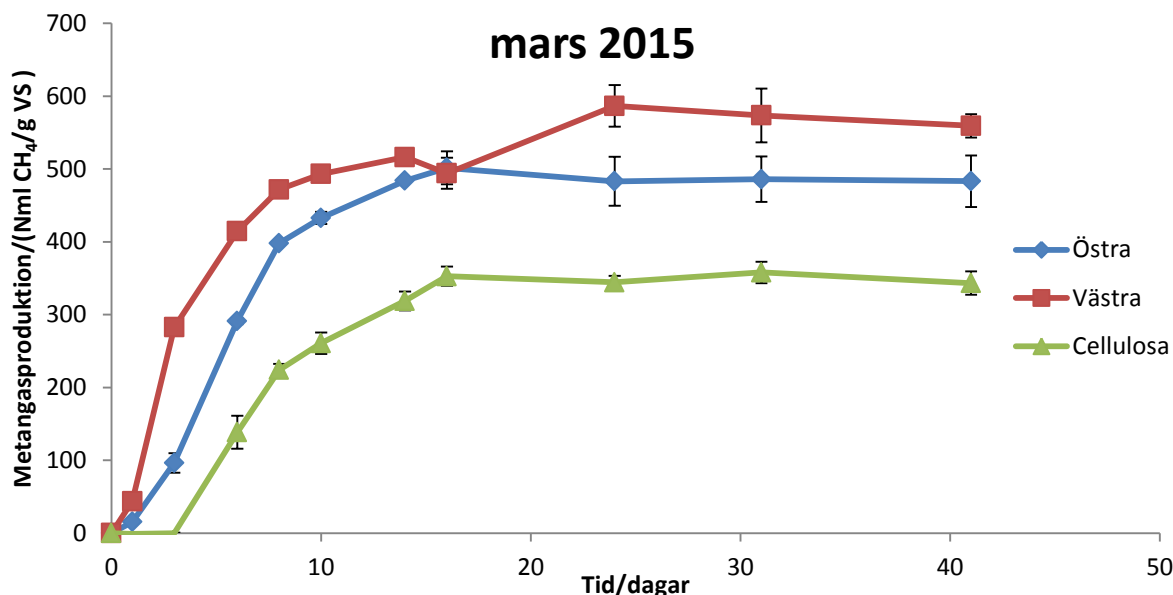
Figur 4.1. Metanpotentialen för prover uttagna under hösten 2014 samt cellulosa. Standardavvikelserna visas som staplar för varje mättillfälle.

Metanpotentialen för proverna uttagna i februari 2015 ger ett resultat på 573 och 632 Nml CH<sub>4</sub>/gVS för östra respektive västra tanken. En del mätningar avviker från kurvan men dessa värden får ses som speciellt osäkra mätningar, då standardavvikelsen är hög. Standardavvikelserna är också högre för detta matavfall än för proverna uttagna under 2014, vilket är anmärkningsvärt eftersom försöken utfördes samtidigt. En förklaring kan vara att flaskorna med prover uttagna i februari 2015 mättes allra först i GC:n vid varje mättillfälle och att eventuella felaktiga inställningar på GC:n inte upptäcktes förrän längre in i mättillfällets gång. Dessutom är materialet inte homogent vilket kan ge större variationer i näringsinnehåll för varje flaska.



Figur 4.2. Metanpotentialen för prover uttagna i februari 2015 samt cellulosa. Standardavvikelserna visas som staplar för varje mättillfälle.

Metanpotentialen för proverna uttagna i mars 2015 ger ett resultat på 484 och 573 Nml CH<sub>4</sub>/g VS för östra respektive västra tanken. I figur 4.3 kan det ses att speciellt en mätning för västra tanken (dag 16) avviker från kurvan och en trolig förklaring är en felaktig mätning då kurvan sedan fortsätter i enlighet med de övriga. Den västra tankens innehåll visar en högre potential under hela rötfförsökets gång. Standardavvikelserna är högre under senare delen av försöket än i första perioden. Produktionen av gas är lägre under senare delen vilket kan vara anledningen till att större avvikelser kunde utläsas där.



Figur 4.3. Metanpotentialen för prover uttagna i mars 2015 samt cellulosa. Standardavvikelserna visas som staplar för varje mättillfälle.

Bissmont, et al. (2015) presenterar ett resultat på metanpotentialen på 591 och 492 Nml CH<sub>4</sub>/g VS för östra respektive västra tanken. Detta motsvarade 90 % respektive 78 % av den teoretiska metanpotentialen. Under rötfförsöken i detta projekt har matavfallet i den västra tanken uppvisat högre metanpotential än det i den östra tanken och de teoretiska värdena har uppnåtts med 95 % i den västra tanken och 83 % för den östra tanken.

Skillnaden mellan de olika tankarna kan förklaras genom att matavfallet troligtvis varierar vid varje tömningstillfälle. Fett-, protein- och kolhydratinnehållet har endast analyserats en gång vilket gör det svårt att dra några slutsatser om detta, men utifrån de varierande resultaten för metanpotentialen kan detta vara en rimlig förklaring. Således verkar inte de olika konstruktionerna på uppsamlingstankarna påverka metanpotentialen.

## 4.2 Massbalans

### 4.2.1 Oundvikligt och onödigt matavfall i köksavlopp

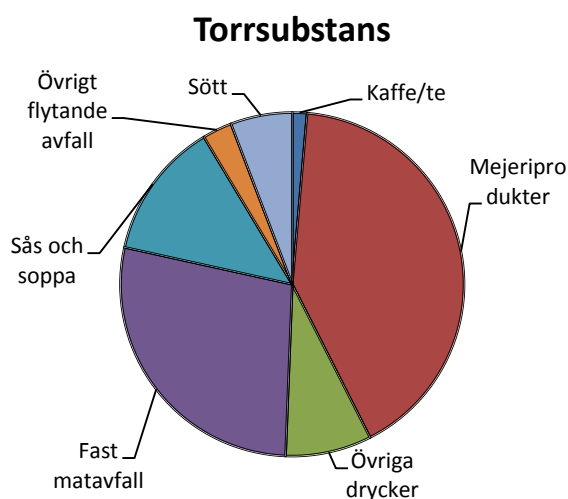
Baserat på Sörme, et al. (2014) gjordes en beräkning av mängden näringsämnen från onödigt matavfall som spolas ner i köksavloppet. Fördelningen inom respektive livsmedelskategori uppskattades och näringsvärden för dessa hämtades i Livsmedelsverkets databas (Livsmedelverket, 2015b). Mer information om hur detta beräknades kan studeras närmre i avsnitt 3.1.3 samt i bilaga 1. Resultatet visas i tabell 4.5 och i figur 4.4, figur 4.5 och figur 4.6.



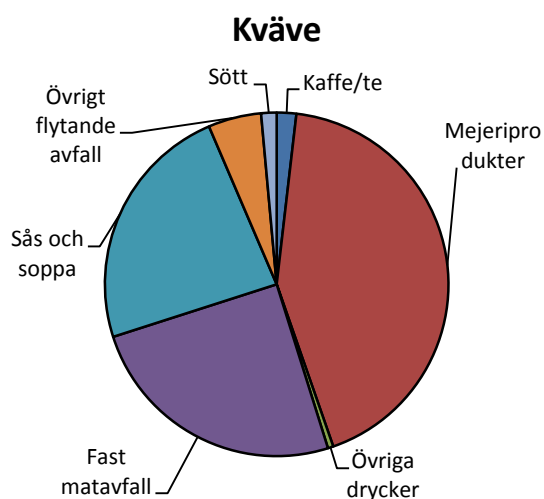
Uppskattningen visar att mejeriprodukter står för den största andelen näringsämnen med 41 % torrsubstans, 43 % kväve och 53 % fosfor. Fast matavfall bidrar näst mest. Kaffe/te och övrigt flytande avfall bidrar med minst torrsubstans och övriga drycker och sött bidrar med minst kväve. Minst mängd fosfor genererar kaffe/te och sött avfall.

Tabell 4.5. Fördelningen av näringsämnen för respektive avfallskategori i mängd per hushåll och vecka baserat på resultat från Sörme, et al. (2014). Procentsatserna visar fördelningen inom respektive kategori.

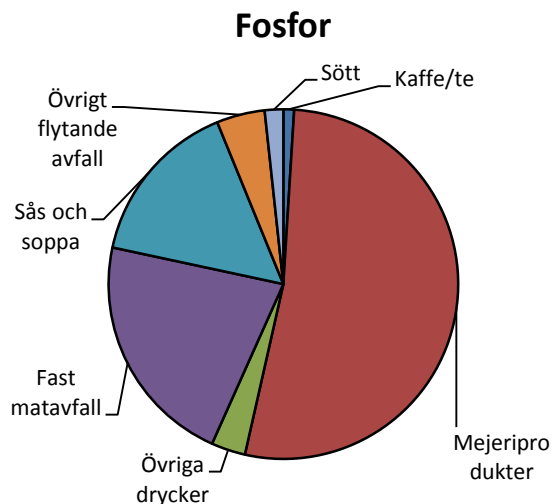
Livsmedelskategori	TS (g/hh/v)		N (mg/hh/v)		P (mg/hh/v)	
Kaffe/te	2,6	1 %	0,6	2 %	4,7	1 %
Mejeriprodukter	76,3	41 %	14,1	43 %	251,5	53 %
Övriga drycker	15,0	8 %	0,2	1 %	15,1	3 %
Fast matavfall	51,6	28 %	8,2	25 %	103,7	22 %
Sås och soppa	24,0	13 %	7,7	24 %	74,0	15 %
Övrigt flytande avfall	5,2	3 %	1,7	5 %	21,3	4 %
Sött	10,8	6 %	0,5	1 %	8,2	2 %
<b>Summa</b>	<b>185,4</b>	<b>100 %</b>	<b>32,9</b>	<b>100 %</b>	<b>478,6</b>	<b>100 %</b>



Figur 4.4. Mängden torrsubstans i det onödiga matavfallet som spolas ner i köksavloppet, fördelat på sju avfallskategorier. Exakta siffror återfinns i tabell 4.5.



Figur 4.5. Mängden kväve i det onödiga matavfallet som spolas ner i köksavloppet, fördelat på sju avfallskategorier. Exakta siffror återfinns i tabell 4.5.



Figur 4.6. Mängden fosfor i det onödiga matavfallet som spolas ner i köksavloppet, fördelat på sju avfallskategorier. Exakta siffror återfinns i tabell 4.5.

Begränsningar i beräkningarna kring onödigt matavfall som hålls ut i vasken utgjordes av osäkerhet kring fördelningen av produkter inom respektive livsmedelskategori. Sörme, et al. (2014) presenterade mängder för respektive kategori av mat och dryck. Inom varje kategori hade de exempel på vad detta skulle kunna innefatta och utifrån detta gjordes en uppskattning av fördelningen. Siffror på detta och presentation över hur beräkningarna gjordes återfinns i bilaga 1.

Mängden onödigt matavfall uppgår enligt Biogas Syd (2012) till 33 % av totala mängden matavfall från hushåll. Denna undersökning utfördes i hushåll med papperspåsar som insamlingsmetod för matavfall. Sörme, et al. (2014) uppger att av den totala mängden matavfall i ett hushåll är det 23 % som spolas ner i köksavloppet. Totala mängden onödigt matavfall per hushåll och år är 50 % enligt Sörme, et al. (2014). Då är matavfall i restavfall, papperspåsar och avlopp inkluderat.

Det mesta som hålls ut i köksavloppet är alltså oundvikligt och innefattar sköljning, disk- och kokvatten. Härifrån genereras också de största volymerna varför också koncentrationen av näringsämnen blir lägre. Dessutom återfinns troligtvis inte särskilt mycket näringsämnen i kokvatten. Sköljning av disk samt diskvatten kan dock tänkas bidra med mer. Näringsinnehållet i det oundvikliga flödet är svårt att uppskatta och mäta men borde inkluderas i beräkningen för att få ett rimligt totalresultat.

#### 4.2.2 Bakgrundsvärde

Bissmont, et al. (2015) presenterar och använder litteraturvärde för BDT-vatten i massbalansen för respektive näringsämnes bakgrundsvärde. I massbalansen i denna rapport användes bakgrundsvärden från Sundberg, et al. (1995) som redovisas i tabell 2.1. Det uträknade värdet för onödigt matavfall baserat på rapport av Sörme, et al. (2014) användes också som en adderande faktor till bakgrundsvärdet och skillnaden presenteras därför inom ett intervall.

Bakgrundsvärdena som användes i massbalansen är från år 1995 (Sundberg, et al., 1995) och då var den årliga förbrukningen av fosfat i disk och tvättmedel 1500 ton respektive 3800 ton. (Nyström, et al., 2006). Detta motsvarar 8 g P/hh/v respektive 19 g P/hh/v. Dessa värden är beräknade även på företag och industrier varför det är svårt att använda dem direkt i massbalans för hushåll eftersom de är orimligt höga. Enligt Sundberg, et al. (1995) är tillförseln av fosfor från hushållskemikalier 2,52 g P/hh/v vilket är beräknat på 8,8 miljoner invånare och 2,4 personer/hh.

Från och med den 1 januari 2017 får maskindiskmedel endast innehålla 0,3 g fosfor per diskning vilket i praktiken betyder helt fosfatfria diskmedel. Fram tills dess får de endast innehålla 0,5 viktprocent fosfor (Kemikalieinspektionen, 2012) vilket ger ett ungefärligt tillskott av fosfor på 0,3 g per hushåll och vecka enligt uträkning i ekvation 1. En diskmaskinstablett uppskattades väga 15 gram och ett hushåll antogs diska fyra maskiner en genomsnittsvecka.

$$0,5 \% \cdot 15 \frac{\text{g P}}{\text{diskning} \cdot \text{hh}} \cdot 4 \frac{\text{diskningar}}{\text{vecka}} = 0,3 \frac{\text{g P}}{\text{hh} \cdot \text{vecka}} \quad (1)$$

Sammanfattningsvis kan det kommenteras att tillförseln av fosfor från diskmedel idag är väldigt liten och det uträknade värdet i ekvation 1 ligger i samma storleksordning som bakgrundsvärdet enligt Sundberg, et al. (1995).

#### 4.2.3 Massbalansberäkning och näringsinnehåll

Med anledning av de spridda värdena för mängd vatten per dag och person behövdes det bestämmas ett värde som kunde användas i massbalansberäkningarna. Litteratur från Sverige borde representera Fullriggaren bäst och därför bedömdes det uppmätta värden av Bissmont, et al.s (2015) på västra slingan som mest tillförlitligt på 41 l/p/d.

Analyser på matavfallet i tanken gjordes i samband med provtagning för rötförsök. Värdena för dessa presenteras i tabell 4.1. Då togs även prov på utgående vatten vars analysresultat kan ses i tabell 4.9. Dessa analyser representerar matavfall i tank respektive matavfall i utflöde i massbalansen. Då det utgående vattnet endast analyserades för SS uppskattades förhållandet enligt ekvation 2 gälla

$$\frac{\text{COD}_{\text{tot}} - \text{COD}_{\text{fil}}}{\text{COD}_{\text{tot}}} \approx \frac{\text{SS}}{\text{TS}} \quad (2)$$

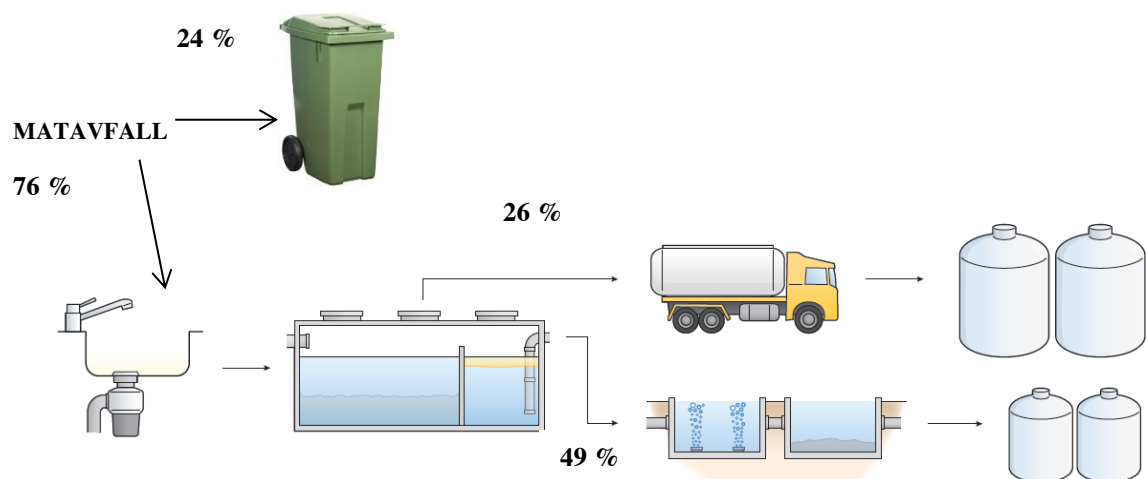
I kvoten för COD är endast det organiska materialet inkluderat och definitionen för SS och TS är summan av organiskt och inert material. Ekvationen anses i vilket fall ge en uppfattning om förhållandet.

I tabell 4.6 redovisas massbalansen för västra och östra tanken. De uppskattade värdena på ingående matavfall i tanken är baserade på analys av matavfall från ett grannområde som använder papperspåsar för utsortering av matavfall. Detta utfördes en gång. Visserligen är detta område snarlikt Fullriggaren sett till familjesammansättning i hushållen och deras vanor kan antas vara samma, men undersökningen är endast utförd en gång vilket ger anledning att tro att det kan variera en del. Matavfall i restavfall grundar sig på plockanalyser utförda av Biogas Syd (2012).

Tabell 4.6. Massbalans från Bissmont, et al. (2015), förbättrad med nya bakgrundsvärden. Värdena presenteras i enheten vikt per hushåll och vecka. Skillnaden anges i ett intervall. Det lägsta värdet inkluderar litterära bakgrundsvärdet och onödiga matavfallet köksavloppet och det högre värdet inkluderar endast det litterära bakgrundsvärdet.

	Västra	Östra	Källa
<b>Massbalans (kg TS/hh/v)</b>	<b>mars 2015</b>	<b>mars 2015</b>	
Matavfall i restavfall	0,22	0,22	(Biogas Syd, 2012)
Matavfall i tank	0,24	0,22	
Matavfall i utflöde	0,47	0,42	
<b>UT (rest + tank + utflöde)</b>	<b>0,93</b>	<b>0,87</b>	
<b>IN (uppskattat från grannområde)</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	(Bissmont, et al., 2015)
Bakgrundsvärde	0,34	0,34	(Sundberg, et al., 1995)
Onödigt i köksavlopp	0,19	0,19	
<b>Skillnad (UT-(IN+bakgrund+(onödigt))</b>	<b>-0,19-(-0,01)</b>	<b>-0,26-(-0,07)</b>	
<b>N-balans (g N/hh/v)</b>			
Matavfall i restavfall	5,20	5,20	(Biogas Syd, 2012)
Matavfall i tank	6,98	6,12	
Matavfall i utflöde	24,59	13,79	
<b>UT (rest + tank + utflöde)</b>	<b>36,77</b>	<b>25,11</b>	
<b>IN (uppskattat från grannområde)</b>	<b>15,00</b>	<b>15,00</b>	(Bissmont, et al., 2015)
Bakgrundsvärde	5,21	5,21	(Sundberg, et al., 1995)
Onödigt i köksavlopp	0,03	0,03	
<b>Skillnad (UT-(IN+bakgrund+(onödigt))</b>	<b>16,53-16,56</b>	<b>4,87-4,91</b>	
<b>P-balans (g P/hh/v)</b>			
Matavfall i restavfall	0,50	0,50	(Biogas Syd, 2012)
Matavfall i tank	0,48	0,69	
Matavfall i utflöde	4,30	3,67	
<b>UT (rest + tank + utflöde)</b>	<b>5,28</b>	<b>4,86</b>	
<b>IN (uppskattat från grannområde)</b>	<b>2,30</b>	<b>2,30</b>	(Bissmont, et al., 2015)
Bakgrundsvärde	1,23	1,23	(Sundberg, et al., 1995)
Onödigt i köksavlopp	0,48	0,48	
<b>Skillnad (UT-(IN+bakgrund+(onödigt))</b>	<b>1,28-1,75</b>	<b>0,86-1,34</b>	

Resultatet från massbalansen med avseende på TS kan även ses i figur 4.7. Andelen material som sedimenterar i tanken och sedan töms och rötas på biogasanläggning är endast 26 % medan materialet som transporteras ut i ledningsnätet till reningsverket är 49 %. Beräkningen av mängden material som försvinner i utloppet är starkt beroende av vattenförbrukningen i köksavloppet. I föregående studier utfördes en flödesmätning som visade ett resultat på 41 l/p/d för den västra tanken (Bissmont, et al., 2015). Den östra tanken uppvisade ett lägre värde på 30 l/p/d. Ytterligare flödesmätningar skulle öka tillförlitligheten och därmed möjligtvis kunna sänka andelen material som försvinner i utloppet i teorin.

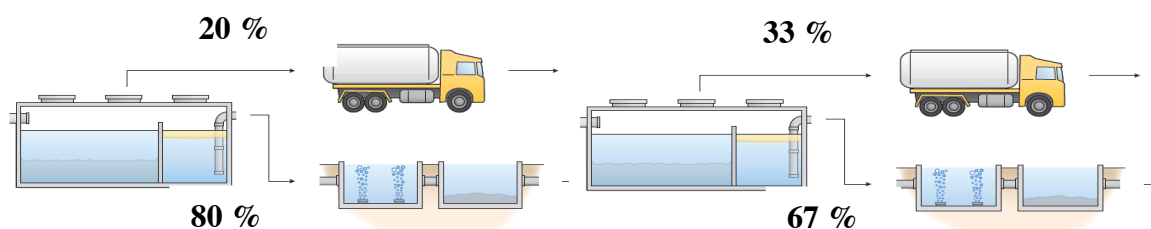


Figur 4.7. Skiss över systemet och hur mängden matavfall (TS) fördelas. Procentsatserna är ett medelvärde för västra och östra tanken från resultat från massbalansen. Bild med tillåtelse från Mimmi Bissmont (2014).

Det är mängden organiskt material som avgör hur mycket biogas som kan produceras. COD är ett ungefärligt mått på organiskt material. Görts motsvarande uppdelning som i figur 4.7 med avseende på COD blir resultatet enligt figur 4.8. Majoriteten av mängden COD försvinner alltså i utloppet och transporteras till reningsverket. Det faktum att provet från utloppet togs ut när tanken var full kan ha bidragit till att en ökad mängd matavfall lämnade tanken. Koncentrationen av COD i löst form i tanken utgör endast cirka 10 % av totala koncentrationen (Bissmont, et al., 2015), varför fördelningen av COD mellan tank och utlopp borde vara annorlunda än vad som kan ses i figur 4.8.

#### Västra tanken

#### Östra tanken



Figur 4.8. Fördelningen av COD mellan tank och utlopp på västra respektive östra tanken. Bild med tillåtelse från Mimmi Bissmont (2014).

Ytterligare en massbalans utfördes med värden från tabell 4.7. Dessa prover togs ut cirka tre timmar efter tankarna tömts. Det fanns fortfarande kvar lite matavfall och vatten i botten direkt efter tömning, varför resultaten inte är riktigt tillförlitliga eftersom det nya inkommande materialet blandades med det gamla. Dessutom gav dessa prov endast ett mått på vilken sammansättning det inkommande hade just under de här tre timmarna. Detta var under en vanlig måndagsförmiddag varför det går att anta att majoriteten av hushållen inte använde sina avfallskvarnar under denna period.

Resultaten i tabell 4.7 visar att den västra tanken hade högre värden av alla näringsämnen. Halten av COD var dubbelt så hög i den västra tanken som den östra och de andra värdena var något högre än den östra tankens. Andelen filtrerat COD per total mängd COD var dubbelt så högt för den östra tanken än den västra vilket innebär att största delen av COD i den östra tanken var löst i vattnet. I den västra tanken var COD bundet till de större partiklarna.

Mängden VFA per total koncentration COD var 37 % för den östra tanken respektive 20 % för den västra tanken.

*Tabell 4.7. Näringsvärden för inkommande matavfall, uttaget tre timmar efter tömning.*

	COD (mg/l)	COD <sub>fil</sub> (mg/l)	N(mg/l)	P(mg/l)	SS(mg/l)	VSS(mg/l)	pH	VFA(mg/(l·COD))
<b>Östra</b>	936	557	26	6	3515	2983	5,31	342
<b>Västra</b>	1961	590	34	8	4287	3427	5,34	401

Massbalansen beräknades även med dessa värden och resultatet kan ses i tabell 4.8. Skillnaden blev större när dessa värden användes jämfört med föregående resultat i tabell 4.6. Skillnaden blev dock negativ, vilket innebär att mängden utgående material är större än det ingående. Det går inte att dra några slutsatser om hur mängden material eller COD fördelar sig på utloppet och tanken eftersom dessa värden är ett sammanlagt resultat för allt inkommande, det vill säga både tankinnehåll och utlopp.

Tabell 4.8. Massbalans när värden på inkommande från tömning efter 3 timmar användes.

	Västra	Östra	Källa
<b>Massbalans (kg TS/hh/v)</b>	<b>mars 2015</b>	<b>mars 2015</b>	
Matavfall i restavfall	0,22	0,22	(Biogas Syd, 2012)
Matavfall i tank+utflöde	0,15	0,12	
<b>UT (rest + tank + utflöde)</b>	<b>0,37</b>	<b>0,34</b>	
<b>IN (uppskattat från grannområde)</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>	(Bissmont, et al., 2015)
Bakgrundsvärde	0,34	0,34	(Sundberg, et al., 1995)
Onödigt i köksavlopp	0,19	0,19	
<b>Skillnad (UT-(IN+bakgrund+(onödigt))</b>	<b>-0,76(-0,57)</b>	<b>-0,79(-0,60)</b>	
<b>N-balans (g N/hh/v)</b>			
Matavfall i restavfall	5,20	5,20	(Biogas Syd, 2012)
Matavfall i tank+utflöde	0,18	0,14	
<b>UT (rest + tank + utflöde)</b>	<b>5,38</b>	<b>5,34</b>	
<b>IN (uppskattat från grannområde)</b>	<b>15,00</b>	<b>15,00</b>	(Bissmont, et al., 2015)
Bakgrundsvärde	5,21	5,21	(Sundberg, et al., 1995)
Onödigt i köksavlopp	0,03	0,03	
<b>Skillnad (UT-(IN+bakgrund+(onödigt))</b>	<b>-14,87(-14,83)</b>	<b>-14,9(-14,87)</b>	
<b>P-balans (g P/hh/v)</b>			
Matavfall i restavfall	0,50	0,50	(Biogas Syd, 2012)
Matavfall i tank+utflöde	0,04	0,03	
<b>UT (rest + tank + utflöde)</b>	<b>0,54</b>	<b>0,53</b>	
<b>IN (uppskattat från grannområde)</b>	<b>2,30</b>	<b>2,30</b>	(Bissmont, et al., 2015)
Bakgrundsvärde	1,23	1,23	(Sundberg, et al., 1995)
Onödigt i köksavlopp	0,48	0,48	
<b>Skillnad (UT-(IN+bakgrund+(onödigt))</b>	<b>-3,46(-2,99)</b>	<b>-3,48(-3,00)</b>	

Näringsinnehållet i det in- och utgående vattnet mättes en gång. Prov från dessa togs ut strax innan tanken tömdes och analysresultaten kan ses i tabell 4.9. Det ingående vattnet speglar endast användningen av kvarnarna under just den tidsperioden och kan därmed inte ses som något standard- eller medelvärde utan endast som ett momentanvärde. Det utgående vattnet visar däremot en koncentration av allt innehåll i tanken då det passerat genom alla fack. Mängden SS och VSS är endast en femtedel av värdet i ingående vatten vilket indikerar en väl fungerande sedimentering.

I tabell 4.9 kan det ses att koncentrationen av VFA ligger inom intervallet för optimal koncentration för metanogener och därmed metanproduktion. Detta indikerar att hydrolys har skett i tankarna. Det kan till och med ses att koncentrationen av VFA är högre på ingående vatten än utgående vatten för den västra tanken, vilket visar på att ingående material består av material som kan generera metan under en rötning. Koncentrationen av VFA är också högre för den västra tanken än för den östra.

Andelen filtrerat COD av totala koncentrationen COD är 30 % för det ingående vattnet och 63-70 % för det utgående vattnet. Det innebär att det mesta COD i det ingående vattnet finns i de större partiklarna. För det utgående vattnet är största delen COD löst i vattnet. Detta tyder på en bra avskiljning av matavfallet.

Mängden VFA per total koncentration COD är 10-14 % i det ingående vattnet och 28 % i det utgående vattnet. Mängden VFA har alltså ökat i det utgående vattnet vilket tyder på att avfallet har börjat hydrolysera i tankarna. Det kan också vara så att en del av totala koncentrationen COD har avskilts i tankarna.

Värdena för det utgående vattnet i tabell 4.9 ligger i samma storleksordning som de värden Bissmont, et al. (2015) presenterade varför de kan ses som pålitliga även om prov endast tagits ut en gång.

Tabell 4.9. Analyser för in- och utflöde för respektive tank i samband med tömning.

	COD(mg/l)	COD <sub>m</sub> (mg/l)	N(mg/l)	P(mg/l)	SS(mg/l)	VSS(mg/l)	pH	VFA(mg/(l-COD))
Östra in	2093	667	45	5	931,3	829,2	5,37	215
Västra in	3905	1109	80	12	1029,2	958,3	5,03	554
Östra ut	1321	918	20	5	270,8	245,8	5,26	373
Västra ut	1571	1005	36	6	208,3	187,5	5,05	439

#### 4.2.4 Allmän diskussion

Det är relativt lite forskning gjord inom köksavlopp och dess bidrag av näringsämnen. Sundberg, et al. (1995) fokuserar mest på BDT-vatten. Den mest relevanta undersökningen står sammanställningen av Almeida, et al. (1999) för. Detta för att den baseras på resultat från flera undersökningar, både på näringsinnehåll och flödesmängder. Däremot är undersökningarna från sent 80-tal och tidigt 90-tal vilket gör att de inte helt kan spegla dagens användning och innehåll i köksavlopp. Diskmaskiner och kranar har blivit mer snålspolande och effektiva. Fosforhalten i diskmedel har minskat och ytterligare restriktioner införs år 2017. Dessutom presenterar Almeida, et al. (1999) koncentrationen av näringsämnen i mg/l. En mer relevant och användbar enhet är mängd näringsämne per person och dag.

Mängden vatten som används påverkar koncentrationen av näringsämnen och därför spelar det stor roll vilket värde som används. En hög vattenkonsumtion ger en lägre koncentration av näringsämnen och en lägre vattenkonsumtion leder till en högre koncentration.



## 5 Slutsatser

Då rapporten bygger på resultat från Bissmont, et al. (2015) har kontinuerlig jämförelse gjorts med data från samma författare. Slutsatserna bygger därför till viss del på denna jämförelse.

Det finns ingen skillnad mellan de två tankarna i hur stor metanpotential respektive avfall genererar. Den västra slingans matavfall genererar mer metangas än den östra slingan, 593 respektive 543 Nml CH<sub>4</sub>/g VS. Under de tre rötförsöken som utfördes sågs att skillnaden mellan östra och västra tanken varierade och jämfört med Bissmont, et al. (2015) är resultatet det motsatta, det vill säga att den östra tanken producerar mer metangas än den västra. Slutsatsen blir att mängden metangas varierar för varje provtagningstillfälle och verkar bero på sammansättningen av matavfall under respektive provtagning snarare än tankarnas olika uppbyggnad.

Sammansättningen av matavfallet varierar mycket och dessa skillnader gäller även i jämförelse med Bissmont, et al. (2015). Det gör det svårt att förutspå hur sammansättningen kommer vara vid varje tömningstillfälle. En trolig förklaring till denna skillnad är att hushållens matavfall varierar för varje månad.

Mejeriprodukter följt av fast matavfall står för största näringstillförseln i kategorin onödigt matavfall i köksavloppet. Totalt 0,19 kg TS/hh/v, 33 mg N/hh/v och 579 mg P/hh/v spolans ner i köksavloppet som onödigt matavfall. Denna uträkning gjordes med en uppskattning av fördelning av produkter inom respektive avfallskategori vilka i sin tur var baserade på uppskattningar från resultat i en rapport av Sörme, et al. (2014).

Bakgrundsvärden för köksavlopp hittades i en svensk studie från år 1994 (Sundberg, et al., 1995) ansågs som mest tillförlitliga och användes i massbalansen. Information om näringsvärden i köksavlopp återfanns i en del litteratur men de flesta källor var äldre och undersökningarna hade utförts på varierande vis och dessutom i olika länder vilket gjorde de svåra att jämföra.

Massbalansen visar att majoriteten av TS och COD försvinner i utloppet. Denna fördelning beror till stor del på vilken vattenförbrukning för köksavlopp som använts i beräkningarna. Även det faktum att tanken var full när prover för utflöde togs ut kan ha bidragit till en större mängd matavfall i utloppet.

Massbalanserna för kväve och fosfor visade stora skillnader för kväve, men små skillnader för fosfor. I massbalansen där analysen för det utgående vattnet användes var mängden utgående näringsämne större än de ingående. I den andra massbalansen där inkommande material till tanken efter tre timmar användes var ingående material större än mängden utgående.

Den pH-skillnad som tidigare kunde ses (Bissmont, et al., 2015) har inte påvisats under arbetets gång och får därför betraktas som en tillfällighet och att pH normalt inte varierar mellan de två tankarna.



## 6 Framtida forskning

Mer forskning och undersökning behövs på näringsinnehåll i köksavlopp för att kunna göra bättre massbalanser. Dessutom är det nödvändigt för att få en uppfattning om näringsämnenas ursprung för att kunna sätta in åtgärder på rätt ställe i samhället för att minska förluster och avslutna kretslopp.

För system med matavfallsskvarnar behövs det göras fler regelbundna provtagningar för att säkert kunna fastställa näringsinnehåll i både matavfall och in- och utgående vatten. Det hade varit intressant att få en bättre uppfattning om hur näringsinnehållet i matavfall varierar under året, och om det kan kopplas till årstider och högtider.

En liknande undersökning som Sörme, et al. (2014) utförde skulle kunna utföras i hushåll med matavfallsskvarnar för att se om mängden onödigt matavfall som hålls ut i köksavloppet är mindre i dessa hushåll.

Nya mätningar för bakgrundsvärde i köksavlopp utan matavfallsskvarn borde utföras på nytt och jämföras med värden från 1994 (Sundberg, et al., 1995) för att få nya schablonvärden för svenska hushåll.

Flödesmätningen i Fullriggaren kan utföras igen för att få ett ännu mer tillförlitligt värde på vattenförbrukningen. Där var en omotiverad skillnad mellan de olika slingorna.

Fler analyser av matavfallet i tankarna krävs för att få ett mer enhetligt värde på speciellt COD som varierade mycket. Fler näringsanalyser på fett, kolhydrater och protein skulle ge underlag för att beräkna fler teoretiska metanpotentialer och därmed få ett statistiskt säkrare resultat.



## 7 Litteraturförteckning

Almeida, M., Butler, D. & Friedler, E., 1999. At-source domestic wastewater quality. *Urban Water*, Volym 1, pp. 49-55.

Avfall Sverige, 2014. *Materialåtervinning gör avfall till en värdefull resurs*. [Online] Available at: <http://www.avfallsverige.se/avfallshantering/materialaatervinning/> [Använd 22 01 2015].

Biogas Syd, 2012. *Oundvikligt och onödigt matavfall*, u.o.: Biogas Syd.

Bissmont, M., Davidsson, Å. & Bernstad Saraiva Schott, A., 2015. *New Collection System for Food Waste to Biogas*, Lund: Energiforsk. Rapportnr. 2015:100.

Butler, D., 1993. The Influence of Dwelling Occupancy and Day of the Week on Domestic Appliance Wastewater Discharges. *Building and Environment*, 28(Nr.1), pp. 73-79.

Carlsson, M. & Schnürer, A., 2011. *Handbok metanpotential*, Lund: Svenskt Gastekniskt Center. Rapportnr. 237.

Carlsson, M. & Uldal, M., 2009. *Substrathandbok för biogasproduktion*, Malmö: Svenskt Gastekniskt Center. Rapportnr. 200.

Davidsson, Å., Pettersson, F. & Bernstad, A., 2011. *Förstudie av olika system för matavfallsutsortering med avfallskvarnar*, Lund: Svenskt Gastekniskt Center. Rapportnr. 231.

Energimyndigheten & Energigas Sverige, 2014. *Produktion och användning av biogas och rötresten år 2013*, Eskilstuna: Energimyndigheten.

European Commission, 2014. *Climate Action*. [Online] Available at: [http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm) [Använd 22 01 2015].

Friedler, E., 2004. Quality of Individual Domestic Greywater Streams and its Implication for On-site Treatment and Reuse Possibilities. *Environmental technology*, pp. 997-1008.

Friedler, E. & Butler, D., 1996. Quantifying the inherent uncertainty in the quantity and quality of domestic wastewater. *Water Science Technology*, Volym 33, pp. 65-78.

H. Gerardi, M., 2003. *The Microbiology of Anaerobic Digesters*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Hansen, T. L. o.a., 2004. Method for determination of methane potentials of solid organic waste. *Waste Management*, Volym 24, pp. 393-400.

IPCC, 2015. *Climate Change 2007*. [Online] Available at: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/faq-1-3.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/faq-1-3.html) [Använd 03 02 2015].

Jarvis, Å. & Schnurer, A., 2009. *Mikrobiologisk Handbok för Biogasanläggningar*, Malmö: Svenskt Gastekniskt center. Rapportnr. 207.

Kemikalieinspektionen, 2012. *Regler för tvätt- och rengöringsmedel*. [Online]  
Available at: <https://www.kemi.se/Documents/Publikationer/Trycksaker/Faktablad/FbTvattochrengoringAug12.pdf>  
[Använd 17 04 2015].

Livsmedelsverket, 2015a. *Protein*. [Online]  
Available at: <http://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/naringsamne/protein/>  
[Använd 15 04 2015].

Livsmedelverket, 2015b. *Näringsinnehåll*. [Online]  
Available at: <http://www7.slv.se/SokNaringsinnehall>  
[Använd 16 02 2015].

Miljödepartementet, 2011. *Avfallsförordning (2011:927)*, Stockholm: Regeringskansliet.

Naturvårdsverket, 2014. *Matavfallsmängder i Sverige*, : Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket, 2015a. *Avfall*. [Online]  
Available at: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Avfall/Avfallsplanen/>  
[Använd 22 01 2015].

Naturvårdsverket, 2015b. *Ökad återvinning av matavfall*. [Online]  
Available at: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Avfall/Atervinning-av-matavfall/>  
[Använd 06 05 2015].

Nyström, B., Thors, Å. & Nilsson, E., 2006. *Fosfater i tvätt- och rengöringsmedel - förutsättningar för ett nationellt förbud och förslag på åtgärder*, Sundbyberg: Kemikalieinspektionen.

Stockholm Vatten, 2008. *Köksavfallskvarnar i Stockholm*, Stockholm: Stockholm Vatten.

Sundberg, K., Hargelius, K., Holmstrand, O. & Karlsson, L., 1995. *Vad innehåller avlopp från hushåll?*, Stockholm: Naturvårdsverket.

Surendran, S. & Wheatley, A., 2007. Grey-water Reclamation for Non-Potable Re-Use. *Water and Environment Journal*, 12(6).

Svensson, R., 2015. [Intervju] (16 03 2015).

Sydvatten, 2014. *Vattenförbrukning*. [Online]  
Available at: <http://www.sydvatten.se/vattenforbrukning>  
[Använd 07 05 2015].

Sörme, L., Johansson, M. & Stare, M., 2014. *Mängd mat och dryck via avloppet*, Bromma: Natuvårdsverket.

VA SYD, 2014. *Avfallskvarnar*. [Online]  
Available at: <http://www.vasyd.se/Artiklar/Avfall/Avfallskvarnar>  
[Använd 19 03 2015].





# Bilaga 1 – Uträkningar onödigt matavfall

Uppskattningsvis spolas 224 359 ton matavfall i Sverige ner i avloppet varje år enligt Sörme, et al. (2014). För 2,4 personer per hushåll motsvarar detta 26,7 kg per person och år vilket blir 1,2 kg per hushåll och vecka.

Mängden gram per vecka per hushåll inom respektive kategori räknades ut enligt ekvation 3

$$1,2 \frac{\text{kg}}{\text{hh} \cdot \text{v}} \cdot \% (a) \cdot 1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}} \quad (3)$$

Mängden matavfall per kategori förhåller sig enligt tabell 7.1.

Tabell 7.1. Fördelning av olika matavfall som hålls ut i köksavlopp (Sörme, et al., 2014).

Typ av matavfall	% (a)	g/hh/v
Kaffe/te	38	474
Mejeri	25	304
Övriga drycker	11	133
Fast matavfall	10	124
Sås och soppa	10	117
Övrigt flytande avfall	4	48
Sött	2	30

En uppskattning av vilka produkter som användes inom respektive kategori gjordes. Resultatet visas i tabell 7.2.

Tabell 7.2. Uppskattad fördelning inom de olika livsmedelskategorierna.

Kaffe/te	% (b)	Mejeri	% (b)	Övriga drycker	% (b)	Fast matavfall	% (b)	Sås och soppa	% (b)	Övrigt flytande avfall	% (b)	Sött	% (b)
Kaffe	80	Mjölk	40	Läsk	40	Pasta	30	Matsoppa	50	Olja	40	Kräm	20
Te	20	Grädde	10	Saft	20	Ris	30	Matsoppa	30	Tomatpuré	40	Glass	20
		Matl.grädde	10	Juice	20	Flingor	10	Brunsås/vit	20	Kokosmjöl	10	Sylt	20
		Yoghurt	10	Vin	15	Gröt	10	Hollandaise /bearnaise	10	Rått ägg	10	Sorbet	15
		Fil	10	Öl	5	Potatismos	10					Isglass	15
		Crème fraîche	10			Mjöl	10					Marmelad	10
		Smör	5										
		Lätta	5										

Med hjälp av Livsmedelsverkets databas för näringsinnehåll togs näringsvärden fram för respektive produkt. För att beräkna kvävekoncentrationen användes en omvandlingsfaktor mellan protein och kväve på 6,25 (Livsmedelsverket, 2015a). Exempel på data från Livsmedelsverket visas i tabell 7.3.

Tabell 7.3. Exempel på näringsinnehåll (vispgrädde).

Näringsämne	% (c)
Aska	1
TS	46
VS (TS-aska)	45
P	0
Protein	2
N	0

Varje näringsämne beräknades enligt ekvation 4 baserat på näringsinnehållet för respektive produkt enligt exempel i tabell 7.3.

$$\% (c) \cdot \% (b) \cdot \frac{g}{hh \cdot v} \quad (4)$$

Slutligen summerades näringstillförseln från varje produkt för respektive näringsämne och resultaten kan ses i tabell 4.5, figur 4.4, figur 4.5 och figur 4.6.

## Bilaga 2 – Populärvetenskaplig sammanfattning

### Utvärdering av avfallskvarnssystem i ett bostadsområde i Malmö

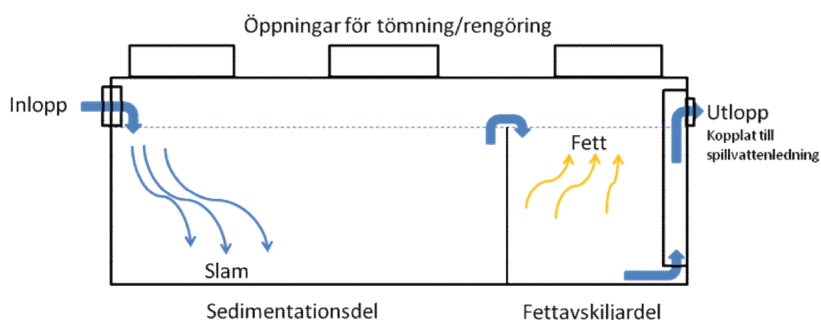
Matavfallskvarnar är ett smidigt sätt att samla in matavfall på. Med nya system behöver matavfallet inte transporteras till reningsverket utan kan istället lagras i tankar för att sedan köras direkt till biogasanläggningen. Här produceras biogas av matavfallet genom rötning.

Biogas är en förnybar energikälla som bland annat kan användas som fordonsbränsle, uppvärmning och elproduktion. Genom att röta matavfall kan biogas framställas. Den vanligaste metoden för att samla in matavfall i Sverige är med papperspåsar. Matavfallskvarnar är ännu ovanligt i Sverige och många städer tillåter inte att de installeras på grund av att ledningarna inte klarar större mängder matavfall. Ett annat sätt att samla in matavfallet från matavfallskvarnarna är att leda det till nergrävda tankar för att sedan regelbundet tömma dessa med en slamsugbil.

I kvarteret Fullriggaren i Västra Hamnen i Malmö installerades ett sådant system redan vid nybyggnationen år 2012. På grund av det stora antalet lägenheter är systemet uppdelat i två slingor, västra och östra. Tankarna är uppbyggda på olika vis. Den västra tanken har en stor försedimenteringstank medan den östra tanken endast består av en sedimenteringstank enligt bild nedan.



Närmre bild på uppbyggnaden kan ses i bilden nedan.



För att utvärdera detta system och speciellt för att se om det finns någon skillnad mellan västra och östra tanken har prov tagits ut. Detta gjordes med ett långt rör som fördes ner i tanken för att provet skulle bli så representativt som möjligt.

Rötförsök gjordes för att mäta hur mycket biogas som matavfallet kan generera och det visade sig att matavfallet från de två tankarna producerade olika mycket biogas. Även jämfört med tidigare studier som gjorts i samma område varierade resultaten. Slutsatsen blir att tankarnas olika uppbyggnad inte påverkar biogaspotentialen. Det är snarare så att det är matavfallets innehåll som spelar roll och detta beror ju på vad de boende äter och sedan spolar ner i köksavloppet.



Analysen gjordes på matavfallet samt på utloppet från tanken. Med dessa siffror samt med kompletterande data från litteratur kunde en massbalans göras. Härifrån kunde det ses att majoriteten av torrsubstansen matavfall transporterades ut från tanken via utloppet. Det finns många faktorer som gör att denna iakttagelse inte behöver stämma till fullo. Till exempel togs prover från utloppet ut precis innan tanken tömts. Då var tankarna helt fulla vilket kan ha bidragit till att mycket material transporterades vidare i utloppet.

I en rapport från 2014 redovisas en statistisk undersökning där slumpmässigt utvalda hushåll i några dagar fick registrera hur mycket onödigt matavfall de spolar ut i sitt köksavlopp. Utifrån resultatet i denna rapport gjordes en analys på mängden näringsämnen som detta onödiga matavfall genererar. Det visade sig att mejeriprodukter var den kategori som genererar största mängden näringsämnen i form av torrsubstans, kväve och fosfor.