

Utredning om konsekvenser av utökad matavfallsinsamling i Stockholm

För Stockholms Stad, Trafikkontoret (Avfall)

Jan-Olov Sundqvist

2008-03-25

Arkivnummer:

Rapporten godkänd:
2008-04-01



Box 21060, SE-100 31 Stockholm
Valhallavägen 81, Stockholm
Tel: +46 (0)8 598 563 00
Fax: +46(0)8 598 563 90
www.ivl.se

Box 5302, SE-400 14 Göteborg
Aschebergsgatan 44, Göteborg
Tel: +46 (0)31 725 62 00
Fax: + 46 (0)31 725 62 90

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	5
2	Genomförande	5
2.1	Översikt	5
2.2	Scenarier	6
2.3	Indata i studien	7
2.4	Beräkningar	10
3	Resultat.....	12
3.1	Körsträckor.....	12
3.2	Energiförbrukning	12
3.3	Gasutbyte.....	14
3.4	Påverkan på utsläpp av fossil koldioxid vid användning av biogas från matavfall.....	15
3.5	Osäkerheter.....	16
4	Slutsatser	16

1 Inledning

Riksdagen har i miljömålsarbetet fastställt ett delmål att senast år 2010 skall minst 35 procent av matavfallet från hushåll, restauranger, storkök och butiker återvinnas genom biologisk behandling¹. I Stockholms stad pågår diskussioner om ökad insamling av matavfall såväl på tjänstemannanivå som på politisk nivå. En fråga som har varit uppe är hur energiförbrukningen för avfallsinsamlingen kommer att öka om matavfallsinsamlingen ökar.

Syftet med denna utredning är att visa hur energiförbrukning från insamling och transport påverkas om matavfallsinsamlingen ökar.

En avgränsning är att studien endast berör insamling och transport av avfall. Vi har utgått från att det insamlade matavfallet används för biogasproduktion. Alternativa sätt att ta hand om matavfallet berörs inte, t.ex. förbränning av hushållsavfall utan att sortera ut matavfallet. En sådan studie skulle innebära en mer omfattande livscykelanalys och skulle bli väsentligt mer omfattande än föreliggande studie.

2 Genomförande

2.1 Översikt

Vi har i utredningen utnyttjat en särskild livscykelanalysmodell för avfallshantering, WAMPS, för att beräkna miljöeffekterna av ökad insamling av matavfall. WAMPS är utvecklad för att vara hjälp vid avfallsplanering, och har en insamlings- och transportmodell som är lämplig att använda för att analysera den aktuella frågeställningen. WAMPS har utvecklats med den tidigare systemanalysmodellen ORWARE som grund. Skillnaden är framför allt att WAMPS har gjorts betydligt mer användarvänlig, medan de grundläggande beräkningssambanden i princip är desamma. IVL har genomfört flera livscykelanalysstudier i ORWARE² och WAMPS³.

Insamlingsmodellen i WAMPS grundar sig på följande:

- Energiåtgången beräknas utifrån total körsträcka med tillägg för varje stopp (som tar hänsyn till såväl tomgångstid och lyftarbete som igångsättning/acceleration efter stoppet).
- Olika emissioner, t.ex. fossil koldioxid, NO_x, m.m. beräknas utifrån energiförbrukning.

¹ <http://www.miljomal.nu/>

² Några exempel på ORWARE-studier

- Hur ska hushållsavfallet tas om hand? Utvärdering av olika behandlingsmetoder. IVL Rapport B1462. <http://www3.ivl.se/rapporter/pdf/B1462.pdf>
- Systemanalys av energiutnyttjande från avfall – utvärdering av energi, miljö och ekonomi. Fallstudie Stockholm. IVL B Rapport 1381. <http://www3.ivl.se/rapporter/pdf/B1381.pdf>

³ Ett exempel på WAMPS-studie är:

- Utvärdering av svensk avfallspolitik i ett systemperspektiv. Avfall Sverige Rapport 2007:10. http://www.avfallsverige.se/se/netset/files3/web/P01.m4n?id=1710_32650861&download=true

- Varje bil antas köra runt och samla in avfall tills den är full, då åker den till behandlingsanläggningen och tömmer, varefter den åker tillbaka och börjar samla in mer avfall.

De data som har använts i föreliggande studie är specifika för Stockholm så långt som data är tillgängliga.

Modellen beräknar flera miljöeffektkategorier, men vi redovisar bara energiförbrukning. De miljöeffekter som beräknas i modellen är direkt proportionella mot energiförbrukningen.

Vi använder i rapporten begreppet *restavfall* för s.k. säck- och kärlosopor och liknande. Restavfallet går till förbränning i Högdalen. I dagsläget innehåller restavfallet även matavfall i stora mängder. I de olika scenarierna sorteras olika mängder av matavfall ut och samlas in separat, och förutsätts gå till biogasproduktion.

Studien har genomförts i nära samverkan med Trafikkontoret (Avfall). Alla Stockholmspecifika data har tagits fram av Trafikkontoret eller av IVL i samråd med Trafikkontoret.

2.2 Scenarier

Vi har formulerat ett antal olika scenarier som beskriver olika fall av insamling av matavfall. Utgångspunkten vid valet av scenarier har varit att vi vet dagsläget (avfallsmängder, hushåll och verksamheter, sträckor, m.m.), vi vet det nationella målet på 35 % insamling av matavfall, samt de olika utvecklingsmöjligheter och mål som har diskuterats i Stockholm, t.ex. i avfallsplanen. Scenarierna har valts för att illustrera några olika mål och möjligheter som har diskuterats.

Följande scenarier har valts:

1. **Dagsläge.** Insamlingen av matavfall från hushåll är 0,49 % av tillgänglig mängd och från verksamheter 9,5 % av tillgänglig mängd. Den totala insamlingen av matavfall motsvarar 3,9 % av tillgänglig mängd.
2. **35/0,6.** Insamlingen är 35 % av matavfall från verksamheter och 0,6 % från hushåll. Det motsvarar en total insamling på 14 %. Detta innebär en satsning att nå upp till 35 %-målet för verksamheter, medan mängden från hushåll har ökat endast lite från dagsläget. Detta scenario är ett mål enligt avfallsplanen.
3. **35/10.** Insamlingen är 35 % av matavfall från verksamheter och 10 % från hushåll. Det motsvarar en total insamling på 19 % av tillgängligt matavfall. Detta innebär en satsning att nå upp till 35 %-målet för verksamheter medan mängden från hushåll har satts till 10 %. Detta scenario har nämnts i texten i avfallsplanen.
4. **35/35.** Insamlingen är 35 % av matavfall från både verksamheter och hushåll. Det motsvarar en total insamling på 35 % av tillgängligt matavfall. I detta scenario är det nationella 35 %-målet uppfyllt för både verksamheter och hushåll.
5. **70/14.** Insamlingen är 70 % av matavfallet från verksamheter och 14 % från hushåll. Det motsvarar en total insamling på 35 % av tillgängligt matavfall. I detta scenario är det nationella 35 %-målet uppfyllt totalt, men man har satsat på verksamheter framför hushåll.

6. **35/35/2-veckorshämtning.** Detta är samma som 35/35-scenariot med skillnaden att insamlingsfrekvensen för restavfall minskas för villor från sjudagarshämtning till fjortondagarshämtning.

2.3 Indata i studien

De data som har använts i analysen visas i Tabell 1 och i följande text. Data har tagits fram i diskussion med Trafikkontoret (Avfall).

Från vägningar och plockanalyser är avfallsmängderna kända. Den totala mängden avfall (restavfall plus matavfall) är 92 000 ton från verksamheter och 143 000 ton från hushåll. Av detta är potentiell tillgänglig mängd matavfall ca 36 000 ton från verksamheter och ca 60 000 ton från hushåll.

Antal hushåll och verksamheter som är anslutna till matavfallsinsamlingen har ansatts efter följande principer:

- Dagsläget avser det faktiska antalet idag.
- När insamlingen ökar till 35 % och sedan till 70 % från verksamheter antas att det är de verksamheter med mest matavfall som först tas med. Mängden matavfall per verksamhet är därför olika i olika scenarier.
- Plockanalyser har visat att mängden utsorterbart matavfall i villor är 4,5 kg/vecka, hushåll och 3,5 kg/vecka, hushåll i flerfamiljshus. Vi har räknat med att vid matavfallsinsamling är den verkliga insamlade mängden per deltagande hushåll lägre: ca 3,2 kg/vecka, hushåll från villor och 1,8 kg/vecka, hushåll från flerfamiljshus.
- Vi har vidare antagit att de hushåll och verksamheter som deltar i matavfallsinsamlingen i alla scenarier, även dagsläget, är jämnt fördelade över hela Stockholm

Det finns 43 600 villahushåll med ca 40 000 hämtställen, det är t.ex. samfälligheter och liknande där flera villor är sammanslagna till ett hämtställe. Ungefär 12 500 villor har idag 14-dagarshämtning och resten 7-dagarshämtning av restavfall. I flerfamiljshus antar vi att en trappuppgång motsvarar ett hämtställe och att det i genomsnitt går ca 21 lägenheter per hämtställe.

Restavfallet hämtas varje vecka från villor, två gånger per vecka från flerfamiljshus och ca tre gånger per vecka från verksamheter. I det sista scenariot (35/35/2-veckorshämtning) ändras insamlingen av restavfall till en gång var fjortonde dag för samtliga villor.

Insamlingen av matavfallet sker i samtliga scenarier, inkl. dagsläget, varannan vecka från villor, en gång i veckan från flerfamiljshus och två gånger i veckan från verksamheter.

Vi har antagit att bilen fortsätter samla in avfall tills den är fylld. Det innebär att när matavfallsinsamlingen ökar kommer restavfallsbilen att kunna hämta från fler hushåll innan den behöver åka och tömma vid behandlingsanläggningen.

Medellasten innebär hur mycket matavfall resp. restavfall som bilen har lastat när den åker till behandlingsanläggningen. För dagsläget har använts reella data från invägda mängder vid behandlingsanläggningarna, detta gäller både restavfall och matavfall. För restavfall är medellasten 7,1 ton i samtliga scenarier. För matavfall är medellasten i dagsläget 2,4 ton vid insamling från villor och flerfamiljshus, och 5,5 ton vid insamling från verksamheter. I övriga scenarier antas medellasten för allt matavfall vara 7,0 ton (utom i scenariot 35/0,6 där lasten ansats till 2,6 ton för matavfall från

hushåll). Matavfallsbilarna för villor och flerfamiljshus har i dagsläget relativt liten last beroende på att det är få hushåll som är med så bilen hinner inte bli fylld på en runda. Vi har antagit att man i övriga scenarier utnyttjar lastkapaciteten fullt ut för matavfall.

Avståndet till behandlingsanläggning avser medelavståndet för alla bilar att åka från insamlingsdistriktet till behandlingsanläggningen. Restavfallet transporteras till Högdalen och vi har antagit ca 15 km medelavstånd. Matavfallet körs idag till Henriksdal och Sofielund. För matavfallet har vi ansatt en sträcka på 20 km.

Tabell 1. Ingångsdata i olika scenarier

Scenario	Dagsläge			35/0,6			35/10			35/35			70/14			35/35 tvåveckors		
	Verksamheter	Villor	Flerfamiljs-hus	Verksamheter	Villor	Flerfamiljs-hus	Verksamheter	Villor	Flerfamiljs-hus	Verksamheter	Villor	Flerfamiljs-hus	Verksamheter	Villor	Flerfamiljs-hus	Verksamheter	Villor	Flerfamiljs-hus
Matavfall																		
Antal anslutna hushåll resp. verksamheter	210	1 340	662	705	1 500	850	705	21 500	28 700	705	40 000	159 100	2 000	25 000	48 000	705	40 000	159 100
Mängd, ton/år	3 400	220	75	12 600	246	115	12 600	3 500	2 500	12 600	6 550	14 500	25 300	4 100	4 400	12 600	6 550	14 500
Säck- och kärlosopor																		
Antal anslutna hushåll resp. verksamheter	7 690	43 600	375 200	7 690	43 600	375 200	7 690	43 600	375 200	7 690	43 600	375 200	7 690	43 600	375 200	7 690	43 600	375 200
Mängd, ton/år	88 500	52 800	90 000	79 300	52 800	90 000	79 300	49 500	87 600	79 300	46 500	75 600	66 600	49 000	85 700	79 300	46 500	75 600

2.4 Beräkningar

Beräkningarna görs automatiskt i WAMPS. Beräkningsmetodiken baseras på följande.

1. Först beräknas total körsträcka för att samla in och köra restavfall och matavfall till resp. behandlingsanläggning, se vidare nedan.
2. Energiförbrukningen beräknas från total körsträcka. Vi har räknat att bränsleförbrukningen för sopbilarna är 7 liter diesel per mil, och dieselolja har ett energiinnehåll på 34,8 MJ/liter
3. Gasutbyte (energimängd i producerad biogas från insamlat matavfall) beräknas automatiskt av WAMPS med utgångspunkt från matavfallens sammansättning och mängd.
4. Slutligen har gjorts en beräkning av minskade utsläpp av fossil CO₂ som erhålls då den producerade biogasen från matavfallet används för fordonsdrift och ersätter diesel eller bensin. Vi har tagit hänsyn till energiförluster för att upparbeta gasen till fordonsgas, samt skillnad i verkningsgrad vid användning. Vi har antagit att 1 kJ biogas från matavfall ger en besparing av 0,074 kg fossilt CO₂.

Körsträckor

Modellen beräknar körsträckorna i två etapper. Först beräknas körsträckan under insamlingen, sedan körsträckan från insamlingsdistriktet till behandlingsanläggningen. Körsträckan under insamling är medelavståndet mellan varje stoppställe multiplicerat med antal stoppställen. Bilen antas åka runt och samla in tills den är fylld. Då åker den till behandlingsanläggningen och tömmer och åker tillbaka till nästa insamlingsdistrikt.

I samband med beräkningarna av körsträckor förekommer två begrepp, hämtställe och stoppställe. Ett hämtställe är i princip en soptunna (eller flera som står på samma ställe). Ett stoppställe är där bilen stannar för att lasta. Ofta kan bilen lasta avfall från exempelvis två intilliggande villor på ett och samma stopp.

För att beräkna körsträckan under insamling har vi utarbetat en enkel matematisk modell som beräknar sträckan mellan varje stoppställe utifrån area och antal stoppställen:

$$x = \sqrt{\frac{k * A}{n}}$$

där

x är avstånd mellan stoppställen i km,

A är arean i km²,

k är en konstant och

n antal stoppställen.

Totala körsträckan för att samla in avfall (matavfall eller restavfall) från villor beräknas sedan som

$$L_i = n_i * x_i$$

där

index i står för kategori av avfallsalstrare; *i* kan vara verksamheter, villor resp. flerfamiljshus

L_i är insamlingssträcka för kategori *i*

n_i är antalet stoppställen för kategorin i
 x_i är medelavståndet mellan stoppställena i kategori i

Vi har antagit att villorna är förlagda i olika villaområden som är spridda över hela arean, och motsvarande för flerfamiljshus. Verksamheterna har antagits vara jämt fördelade över hela staden.

Som area har använts arealen för kvartersmark och gator i Stockholm (87,88 km²). Konstanten k tar hänsyn till att gator inte är helt raka och att parkutrymmen, naturområden, vattenområden m.m. gör att sträckan blir längre. Vi vet att den totala körsträckan för restavfall idag är ca 1,5 miljoner km. Vi har valt k så att vi för dagsläges scenariot erhåller samma beräknade totala körsträcka för restavfallet. k blir då =2,28.

Vi kommer aldrig att kunna förutsäga de exakta transportavstånden vid olika scenarier eftersom vi inte känner till adresserna på de hushåll och verksamheter som kommer att beröras. Den använda modellen bedöms relativt bra beskriva hur sträckorna ändras vid olika scenarier om hämtställena och stoppställena är spridda över hela staden. Det är troligt att man med en vettig ruttplanering i verkligheten kan minska ned på dessa sträckor.

Beräkningen av transportsträckorna från insamlingsdistriktet till behandlingsanläggningen har beräknats genom

$$D_i = \frac{M_i}{m_i} * d * 2$$

där

i står för kategori av avfallsstrare; i kan vara verksamheter, villor resp. flerfamiljshus
 D_i är total körsträcka mellan insamlingsområdena och behandlingsanläggningen, km
 M_i är total mängd avfall (restavfall eller matavfall) från kategori i , $ton/år$
 m_i är medellast i sopbilen (hur mycket den är lastad när den åker till behandlingsanläggningen),
 ton
 d är medelavstånd mellan insamlingsområdet och behandlingsanläggningen, km
faktorn 2 tar hänsyn till att bilen åker tillbaka tom till nästa insamlingsdistrikt

3 Resultat

3.1 Körsträckor

I Tabell 2 visas de körsträckor som beräknats.

Tabell 2. Körsträckor i olika scenarier.

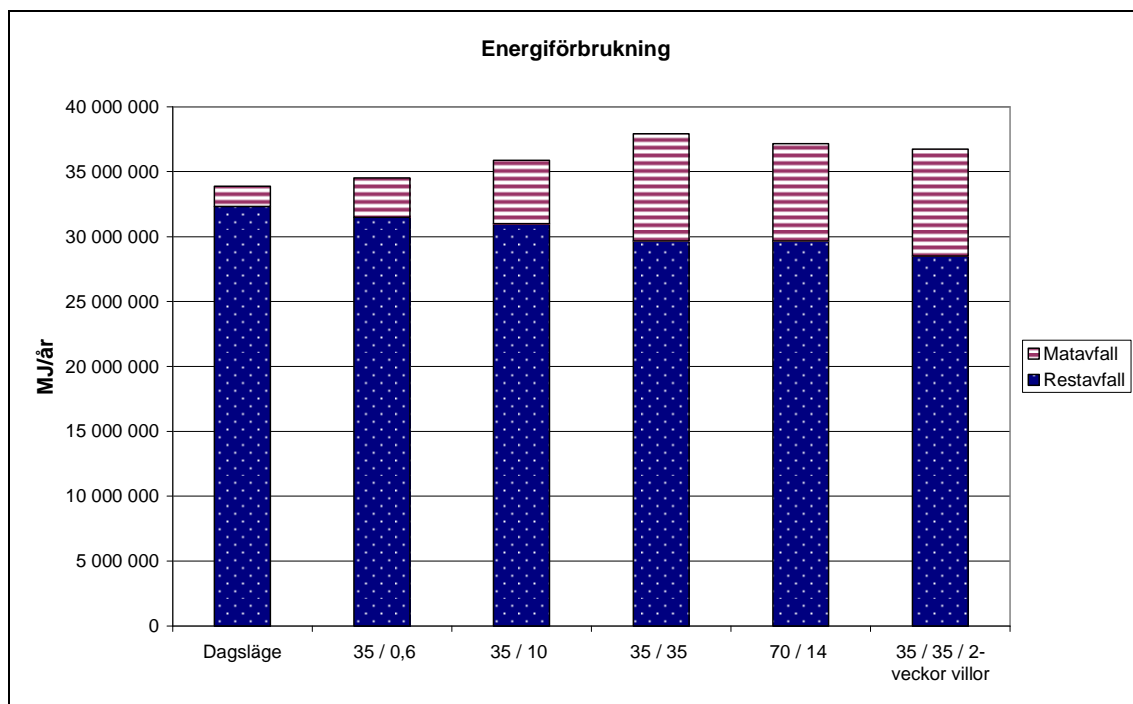
Scenario	Dagsläge	35/0,6	35/10	35/35	70/14	35/35 tvåveckors
Matavfall						
Mängd, <i>ton/år</i>	3 700	13 000	18 700	33 700	33 700	33 700
Körsträcka under insamling, <i>1000 km/år</i>	36	57	107	172	141	172
Körsträcka till behandlingsanläggning, <i>1000 km/år</i>	31	78	107	192	193	192
Total körsträcka, <i>1000 km/år</i>	67	135	214	364	334	364
Restavfall						
Mängd, <i>ton/år</i>	231 300	222 000	216 300	201 300	201 300	201 300
Körsträcka under insamling, <i>1000 km/år</i>	482	482	482	482	482	434
Körsträcka till behandlingsanläggning, <i>1000 km/år</i>	977	938	914	850	850	850
Total körsträcka, <i>1000 km/år</i>	1 459	1 420	1 396	1 332	1 332	1 284

3.2 Energiförbrukning

I Figur 1 visas energiförbrukning för insamling och transport av matavfall och restavfall i olika scenarier. Av resultatet kan man se följande:

- Den totala energiförbrukningen för insamling och transport av matavfall och restavfall tillsammans ökar som högst ca 12 % från dagsläget när 35 % av allt matavfall samlas in från både verksamheter och hushåll (scenario 35/35). För detta scenario går det att reducera ökningen till ca 8,5 % genom att gå över till fjortondagarshämtning för restavfallet från villor (scenario 35/35 -2-veckor).
- För scenario 70/14 där 70 % av matavfallet samlas in från verksamheter och 14 % från hushåll ökar energiförbrukningen med 10 % jämfört med dagsläget.

- Den totala energiförbrukningen för insamling och transport av matavfall och restavfall tillsammans ökar endast 2 % när 35 % av matavfallet från verksamheter samlas in utan att matavfallsinsamlingen från hushåll ökar (scenario 35/0,6). Detta beror på att matavfallsinsamlingen från verksamheter är ineffektiv idag. Det är långa körsträckor mellan hämtställena idag. När hämtställen förtäts ökar därför inte insamlingsarbetet nämnvärt.
- Miljöpåverkan kan beräknas ur den totala energiförbrukningen. Alla emissioner från insamling av avfall kommer att vara proportionella mot energiförbrukningen.



Figur 1. Energiförbrukning för insamling och transport av matavfall och restavfall i olika scenarier.

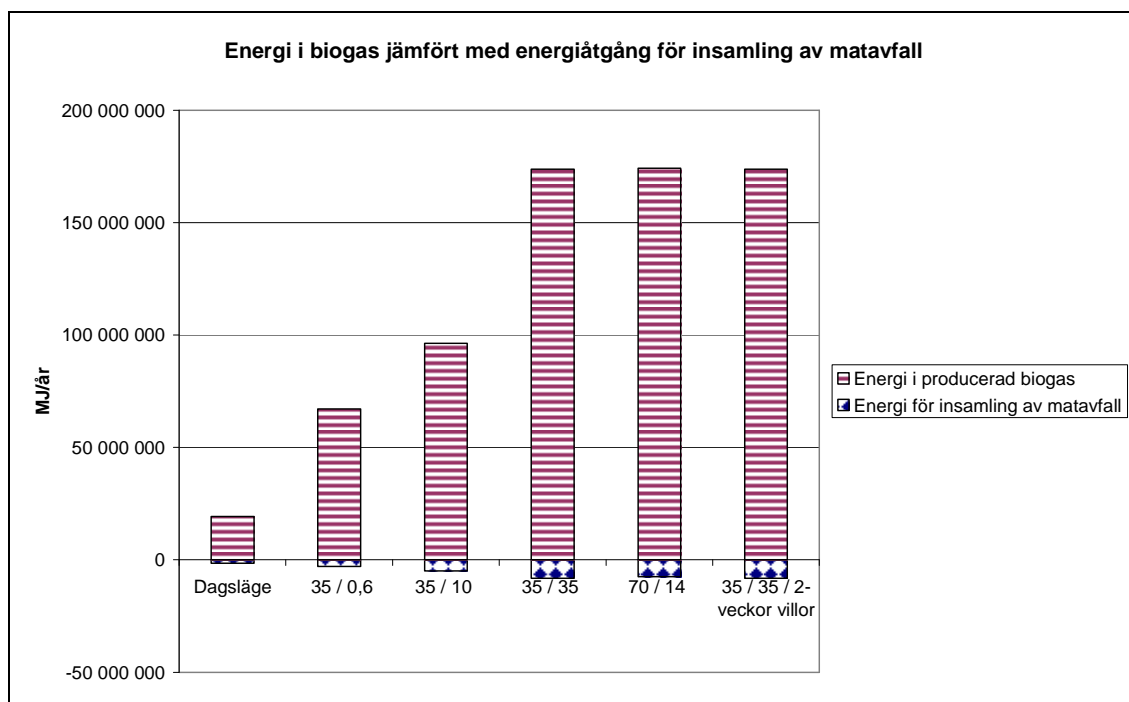
3.3 Gasutbyte

I Figur 2 visas energiutbytet i den biogas som kan produceras av det insamlade matavfallet, samt jämförs med den energiinsats som krävs för insamling av matavfallet. Hänsyn har tagits till den energi som åtgår för att upparbeta biogasen till fordonsgas.

Man kan se att en utökad insamling av matavfall ger en energivinst som med stor marginal täcker allt insamlingsarbete för matavfallet.

I dagsläget produceras från matavfallet ca 12,5 gånger mer energi i form av biogas än vad insamlingen av matavfall kräver. I övriga scenarierna blir motsvarande siffra ca 20 – 24.

Det bör tilläggas att då matavfall sorteras ut för rötning, minskar energiinnehållet i det avfall som förs till förbränning. Detta är enligt förutsättningarna inte med i energikalkylen.



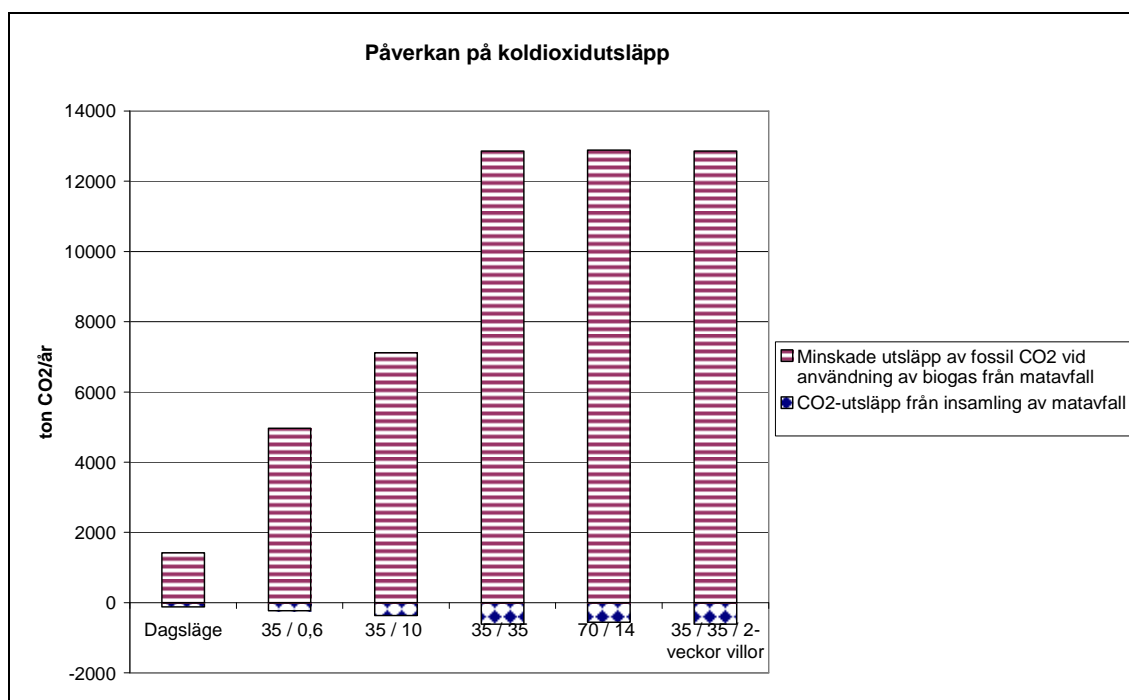
Figur 2. Energi i biogas från matavfall i förhållande till den energiinsats som krävs för insamling av matavfall.

3.4 Påverkan på utsläpp av fossil koldioxid vid användning av biogas från matavfall

Användning av biogas producerad från matavfall kan leda till minskade utsläpp av fossil koldioxid. Biogasen betraktas som biogent bränsle och dieselolja som fossilt. Koldioxid från biogena bränslen räknas inte som bidrag till växthuseffekten eftersom den antas ingå i ett naturligt kretslopp. Koldioxiden från det fossila dieselbränslet räknas däremot som bidrag till växthuseffekten.

I Figur 3 visas för olika scenarier den minskning av fossila koldioxidutsläpp som erhålls då biogas (från matavfallet) används för att ersätta fossilt bränsle, jämfört med utsläpp av koldioxid från insamling och transport av matavfall, räknat som att insamlingen görs i fordon med fossilt bränsle.

Det kan noteras att när man uppfyller 35 %-målet (de tre sista scenarierna) leder biogasanvändningen, producerad från det insamlade matavfallet, till minskade utsläpp av fossil koldioxid på ca 12 500 ton/år.



Figur 3. Påverkan på utsläpp av fossil koldioxid vid användning av biogas från matavfall, jämfört med fossila koldioxidutsläpp från insamling av matavfall (beräknat som om insamlingen sker med bilar med fossilt bränsle).

3.5 Osäkerheter

En osäkerhet i beräkningarna är de beräknade körsträckorna. Den totala körsträckan påverkar den totala energiförbrukningen. Scenarierna är sedan satta med utgångspunkt från olika förändringar i insamlingsförhållanden. Insamlingssträckorna i scenarierna är beräknade med en matematisk modell som relativt väl beskriver hur sträckorna ändras i olika scenarier.

Ytterligare en osäkerhet är var den framtida behandlingsanläggningen för matavfall är lokaliserad. Om man antar att avståndet är 40 km i stället för 20 km, kommer skillnaden i energiförbrukning för insamling av matavfall plus restavfall mellan högsta (scenario 35/35) och lägsta scenario (dagsläge) att bli nästa 22 % i stället för 12 %.

En annan osäkerhet är hur insamlingen kommer att gå till i verkligheten. Vi har baserat beräkningarna på en matematisk modell som beskriver insamlingen och transportererna. Exempelvis har vi antagit att bilen fortsätter samla in avfall tills den är fylld, och då köra till behandlingsanläggningen. Det innebär att när matavfallsinsamlingen ökar kommer restavfallsbilen att kunna hämta från fler hämtställen innan den behöver åka och tömma vid behandlingsanläggningen.

4 Slutsatser

Vi har i denna studie undersökt hur ökad insamling av matavfall påverkar framför allt energiförbrukningen. Följande slutsatser kan dras ur resultatet:

1. Insamling av 35 % av matavfall från verksamheter och i stort sett samma insamlingsgrad som idag från hushåll ger ingen nämnvärd ökad energiförbrukning för insamlingen. Den totala insamlingsgraden av matavfall är då ca 14 %.
2. För att nå upp till 35 %-målet för allt matavfall kommer energiförbrukningen för insamling av matavfall och restavfall att öka. Ökningen är olika i olika scenarier:
 - Ökningen är ca 12 % jämfört med dagsläget för scenario 35/35, där 35 % samlas in från både verksamheter och hushåll.
 - Genom att för villor gå över till 14-dagarshämtning av restavfallet (scenario 35/35/2-verkorshämtning) kommer ökningen i stället att bli 8,5 %.
 - Alternativet att samla in 70 % av verksamheternas matavfall och 14 % av hushållens matavfall ger ca 10 % ökning jämfört med dagsläget.
3. Energiinnehållet i den biogas som kan produceras ur det insamlade matavfallet överstiger energiåtgången för insamlingen av matavfallet med en faktor 12,5 i dagsläget och med en faktor 20 – 24 i övriga scenarier.
4. Om 35 %-målet uppnås kommer det att leda till 12 500 ton/år minskade utsläpp av fossil koldioxid om den producerade biogasen ersätter fossila bränslen, t.ex. bensin och diesel.

