UNITED BY OUR DIFFERENCE

WSP

Rapport

Översiktlig utredning av sopsugssystem för H+ området

2012-12-11

Upprättad av: Rolf Njurell och Oskar Karlsson

Sammanfattning

Sopsugar har funnits sedan 1960-talet och är idag en väl beprövad teknik som är spridd över hela världen. Tekniken står sig väl i jämförelse med konventionell avfallshantering främst vad gäller effekter på närmiljön i form av trafik, buller och utsläpp. En sopsugsanläggning utgör ett intressant alternativ till konventionell avfallshantering vid stadsdelsutvecklingsprojekt och för nya bostadsområden. I denna utredning presenteras en översikt av sopsugstekniken samt förutsättningarna för att använda en sopsugsanläggning för avfallsinsamling i H+ området.

I en sopsugsanläggning sker pneumatisk transport av olika avfallfraktioner via ett underjordiskt rörnätverk till en terminal där fraktionerna lagras i separata containrar. Vanliga avfallsfraktioner att vakuumsuga är matavfall, restavfall samt tidningar och pappersförpackningar. Privata hushåll, kommersiella aktörer samt papperskorgar i offentlig miljö kan kopplas till samma sopsugssystem med separata fraktioner. Ett stort sopsugssystem med en terminal kan nyttjas av ca 4000 – 5000 hushåll och den längsta ledningen kan vara upp till ca 2 km lång. Ett sådant system bedöms kunna täcka in stora delar av H+ området. Vanligen är det en samfällighetsförening bestående av exploatörer och bostadsbolag som äger och driver en sopsugsanläggning, alternativt så utgör kommunen eller staden huvudman för anläggingen.

Sopsugstekniken är väl beprövad men teknikutveckling sker fortfarande och nya lösningar för bland annat hantering av matavfall samt invägning av avfallet vid insamling är under utveckling.

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

Innehåll

1 Bakgrund 4

2 Jämförelse med konventionellt system 5

2.1 Trafik i området 5

2.2 Energiförbrukning och utsläpp 5

2.3 Övriga effekter för närmiljön 6

2.4 Ekonomi 6

3 Avfallsfraktioner 7

3.1 Fraktioner från hushåll 7

3.2 Fraktioner från restauranger och kontor 8

3.3 Insamling från offentliga papperskorgar 8

3.4 Icke-lämpliga fraktioner för sopsugning 9

3.5 Hur hanteras fraktioner som inte sugs? 9

3.6 Fraktioner som sorteras i befintliga anläggningar 10

3.7 Optisk sortering av fraktioner 11

4 Tekniken 12

4.1 Pneumatisk transport 12

4.2 Terminalen 13

4.3 Inkast och insamlingsstationer 17

4.4 Utloppsventiler 18

4.5 Rör 20

4.6 Brandrisk och säkerhet 20

5 Systemutformning och utrymmesbehov 21

5.1 Exempelsystem 21

5.2 Sopsugssystem i H+ området 21

6 Huvudmannaskap vid sopsugsinvesteringar 24

6.1 Samfällighetsföreningar 24

6.2 Kommunalt ägande 24

6.3 Separat bolag 24

7 Framtida lösningar 25

7.1 Invägning vid insamling 25

7.2 Alternativ för insamling av matavfall 25

7.3 Flexibilitet i systemet 26

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utred-ning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

1 Bakgrund

Vakuumteknologi för pneumatisk avfallsinsamling är en teknik som utvecklades i Sverige på 1960-talet och som idag är spridd världen över. Det är en etablerad och mogen teknik med flera utvecklings- och tillverkningsföretag i Sverige (Envac, Eleiko, Logiwaste) varav ett är världsledande. 95 % av all avfallshantering världen över sker fortfarande manuellt vilket gör marknadspotentialen för automatisk avfallstranport med sopsugar stor. Sopsugssystem finns installerade främst i Europa och Asien och utlänska sopsugsföretag finns även bland annat i Finland (Ecosir), Singapore (RVAC) och Malaysia (Stream).

Vanliga användare av sopsugssystem är sjukhus, skolor, flygplatser och varuhus, men även för bostadsområden i städer blir sopsugar en allt vanligare avfallshanteringteknik. I Stockholm är omkring 125 000 hushåll inkopplade på sopsugssystem och i ett antal nyutvecklade stadsdelar finns eller planeras nya system. Exempel på stadsdelar med befintliga eller planerade sopsugsanläggningar är Norra Älvstranden i Göteborg, Barkarbystaden i Järfälla, Övre Vasastaden i Linköping samt Norra Djurgårdsstaden i Stockholm.

De två huvudsakliga systemutformningarna för sopsugsanläggningar är stationära respektive mobila system. Principen med pneumatisk avfallsinsamling är gemensam för systemen men med skillnaden att det mobila systemet använder en speciell sopsugslastbil för tömningen av rören medan avfallet i det stationära systemet töms automatiskt till en terminal. I en mobil sopsugsanläggning buffras avfallet i systemet vilket fungerar väl för mindre bostadsområden med ca 150-200 hushåll och med en maximal sugsträcka på ca 300 m. För större stadsdelar skulle insamlingen med sopsugslastbilen ske ofta, ta lång tid och innebära negativ påverkan på närmiljön i form av buller och utsläpp. Då tillgängligt utrymme är stort nog är ett stationärt system lämpligare och denna utredning fokuserar på förutsättningarna för en stationär sopsug i H+ området.

Utredningen har utförts i samråd med en leverantör av sopsugsanläggningar och information har inhämtats bland annat genom intervjuer och studiebesök vid befintliga anläggningar.

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

2 Jämförelse med konventionellt system

Sopsugsteknikens främsta fördelar jämfört med ett konventionellt avfallshanteringssystem är ytbesparing i tätbebyggda områden när renhållningsbilar inte längre behöver komma fram samt bättre närmiljö tack vare lägre utsläpp och minskade lukt- och bullernivåer. Investerings- och installationskostnaderna är ofta högre för sopsugsanläggningar jämfört med konventionella system eftersom nödvändig infrastruktur för sophantering i många fall redan finns på plats i befintliga system.

2.1 Trafik i området

I boverkets byggregler ges råden att matavfall och andra hushållsavfall som av hygieniska skäl behöver lämnas ofta bör kunna lämnas så nära bostaden som möjligt med ett rekommenderat längsta avstånd på 50 m[1]. I ett konventionellt avfallshanteringssystem sorteras och lagras olika avfallsfraktioner nära fastigheter och vid tömning måste renhållningsbilar köra fram till lagringsplatserna. Detta leder till en hög trafikbelastning inne i bostadsområden och tätbyggda stadsdelar. För ett sopsugssystem där avfallet leds via underjordiska rör till en terminal utanför bostadsområdet eller stadskärnan kan mycket av den tunga trafiken undvikas. Från tidigare studier av miljöpåverkan från biltrafik vid sophämtning kan konstateras att ett sopsugssystem ger upphov till endast omkring 5-10 % av den tunga biltrafiken som orsakas av ett konventionellt system. Detta ger positiva effekter på närmiljön i området.

2.2 Energiförbrukning och utsläpp

Energibehovet för en sopsug består främst av elförbrukningen i de fläktar som skapar det undertryck med vilket avfallet sugs från insamlingspunkten till terminalen. Denna elförbrukning har tidigare varit omkring dubbelt så stor som energiåtgången från bränsleanvändningen i renhållningsbilarna för ett konventionellt system. Genom att jobba med ett antal energieffektiviseringsåtgärder har leverantörer lyckats minska elförbrukningen i sopsugsanläggningar markant. Frekvensomriktare används för att varvtalsstyra fläktarna, tömningen av de olika fraktionerna optimeras med bättre körprogram, lägre lufthastigheter används för tömning av vissa fraktioner och värmeväxlare utnyttjas för att återanvända spillvärme. På så sätt kan elförbrukningen i ett sopsugssystem bli lägre än energiförbrukningen ifrån sopbilarna i ett konventionellt system. Dock bör påpekas att el har högre energikvalitet än fordonsbränsle vilket gör en direkt jämförelse svår. Elanvändning ger däremot inte upphov till några lokala emissioner vilket förbränningsmotorer i renhållningsbilar gör, oavsett vilket bränsle som används. De globala emissionerna av koldioxid beror av hur elen producerats (från förnybara eller fossila källor) samt vilken typ av fordonsbränsle som används (diesel eller något biodrivmedel).

[1] BBR 3:422

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

2.3 Övriga effekter för närmiljön

Förutom emissioner ger renhållningsbilar upphov till buller och lukt vilket kan orsaka olägenheter för närboende. I ett sopsugssystem tranporteras avfallet bort från bostäderna utan höga ljud eller luktproblem.

2.4 Ekonomi

Lönsamheten för en investering i en sopsugsanläggning beror av en mängd faktorer kopplade till vilka fraktioner som ska vakuumsugas samt förhållanden på platsen. Befolkningstätheten i området, möjlig placering av rörledningar och terminaler samt möjlighet till ledningssamförläggning vid rördragning påverkar också ekonomin. En ordentlig genomgång av de lokala förutsättningarna är därför nödvändig för att kunna ta fram en fullständig ekonomisk kalkyl och lönsamhetsutvärdering.

För en sopsugsutredning i Barkarbystaden, Järfälla, har en ekonomisk kalkyl tagits fram i samråd med leverantörer och andra kommuner med sopsugsanläggningar[2]. För ett sopsugssystem med tre fraktioner i ett område med ca 5000 hushåll uppskattades årskostnaden till ca 9 – 12 MSEK. I kalkylen ingick kapitalkostnaden för sopsugssystemet (inklusive bygg och markarbeten), kapitalkostnad för behållare avsedda för glasinsamling (eftersom glas inte hanteras av sopsugen), drift och underhållskostnader för anläggningen samt avgift enligt avfallstaxa (där kostnader för grundavgift, hämtning och behandling ingår). Kostnaden för sopsugsanläggningen jämfördes med årskostnaden för ett konventionellt system med avfallskärl vilken uppskattades till 11,7 MSEK vilket inkluderar kapitalkostnad, fastighetsskötsel, drift och underhåll samt avgift enligt avfallstaxa. Investeringskostnaden är högre för ett sopsugssystem medan fastighetsskötseln samt hämtning och behandling av avfallet är dyrare för ett konventionellt avfallshanteringssystem.

Tabell 1. Kostnadsjämförelse mellan sopsugssystem och konventionellt system i Järfälla[2]

(Enhet: MSEK/år)	Sopsugssystem	Konventionellt system
Kapitalkostnad	5,3 – 7,5	2,7
Service och underhåll	1,2 – 1,6	4,5
Avgift enligt avfallstaxa	2,5 – 3,1	4,5
Totalt	9 – 12,2	11,7

Som jämförelse har NSR angett att den befintliga totala avfallstaxan för boende i Norra Hamnen i Helsingborg är i medel 760 kr/år och lägenhet[3]. Om denna avgift antas vara kostnadstäckande även för H+-området skulle det innebära ett taxeuttag om 3,8 Mkr per år.

[2] Källa: Sopsugssystem i Barkarbystaden, Fördjupad studie – Järfälla Kommun 2010
[3] Källa: Information från NSR, varav ca 240 kr/år för restavfall och 86 kr/år för matavfall

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

3 Avfallsfraktioner

Vilka avfallsfraktioner som ska samlas in är avgörande för utformningen av sopsugsanläggningen och ligger till grund för både dimensionering och kostnadsberäkningar för systemet. Omkring 80 % av avfallet från hushåll och kommersiell verksamhet kan vakuumsugas och det är sällan tekniska begränsningar som avgör hur många fraktioner som ska hanteras. Däremot påverkar antalet fraktioner utformningen och storleken på systemet och valet av fraktioner blir främst en kostnadsfråga. Då ett sopsugssystem planeras i en ny stadsdel bör även avfall ifrån offentliga papperskorgar beaktas.

3.1 Fraktioner från hushåll

Hushållsavfall kan delas in i ett antal fraktioner som är mer eller mindre lämpade att samla in med sopsugsteknik. Matavfall och restavfall är stora fraktioner som går utmärkt att vakuumsuga och som dessutom ska kunna lämnas in nära bostaden enligt boverkets byggregler. Papper och tidningar är också material som lämpas väl att samla in i ett sopsugssystem medan förpackningsfraktioner kan innebära högre investeringskostnader.

3.1.1 Matavfall och restavfall

Matavfall kan samlas in i påsar i sopnedkast placerade i trapphus, i soprum eller på gården på samma sätt som insamling av annat avfall. Påsarna sugs till en terminal för att därefter transporteras till en rötningsanläggning för biogasproduktion eller annan behandling.

Det brännbara restavfallet är också en stor avfallsfraktion som lämpar sig för insamling med sopsug. Restavfall består av blandat avfall från hushåll och offentlig plats som inte samlas in för materialåtervinning men inte heller utgör farligt avfall. Denna fraktion transporteras vanligtvis till en avfallsförbränningsanläggning för energiåtervinning.

3.1.2 Papper och tidningar

Tidningar fungerar väl att samla in med sopsugsteknik. Papper är ett material som väger lite och inte tenderar att fastna i rören vid vakuumsugning. Den låga vikten gör också att tidningar kan samlas in med lägre lufthastigheter än andra avfallsfraktioner vilket ger lägre energiåtgång. Inkasten för tidningar kan göras mindre än för övriga fraktioner för att undvika att tunga påsar fulla med tidningar slängs vilket annars kan orsaka stopp i ledningarna.

3.1.3 Glas

Glas (och till viss del även metall) är ett hårt material som orsakar erosion på rören vid sopsugning och kräver därför tjockare gods i rören för att behålla systemets to-

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

tala livslängd. Främst är det i anslutning till rörkrökar som rören behöver förstärkas eftersom slitningar av rörväggarna där är som störst. Fraktioner av glas och andra eroderande material går att samla in med sopsugar men de bör inte överstiga 10 % av den totala vikten av det insamlade materialet.

3.1.4 Plast och metall

Plast och metall kan samlas in med sopsugar men fraktionerna är vanligen för små för att tilläggsinvesteringen ska kunna motiveras.

3.1.5 Kartong

Pappersförpackningar och wellpapp kan samlas in med sopsug men stora kartongbitar riskerar att fastna i rören vilket kan orsaka stopp i systemet. De bör därför rivas sönder innan insamling vilket kräver en integrerad rivmaskin per insamlingspunkt.

3.1.6 Kombinerad förpackningsfraktion

Som ett alternativ till separata fraktioner för exempelvis plast-, metall- och pappersförpackningar kan alla förpackningar lämnas i en gemensam fraktion. Den blandade fraktionen sorteras därefter mekaniskt på terminalen för att separera olika material inför återvinning. Detta alternativ används bland annat i England och utreds även för svenska anläggningar, bland annat i Norra Djurgårdsstaden.

3.2 Fraktioner från restauranger och kontor

Även kommersiella aktörer kan kopplas in på en sopsugsanläggning med egna fraktioner. Från restauranger är det främst matavfall som hanteras och från kontor är papper och kartong vanligtvis stora fraktioner. Rördimensioneringen i systemet kan behöva anpassas efter de kommersiella fraktionerna om de samlas in i större påsar än hushållens avfall.

3.3 Insamling från offentliga papperskorgar

Papperskorgar i offentliga miljöer som parker, torg och gågator kan kopplas till ett sopsugssystem för automatisk tömning. Därmed undviks överfulla papperskorgarna vid hög belastning i området (exempelvis vid festivaler och liknande) vilket annars kan orsaka nedsmutsning och dålig lukt i den offentliga miljön. Dessutom minskar behovet av fordon för soptömning inne i stadsmiljön. Ett vakuumsystem för papperskorgar kan vara kopplat till en brännbar restavfallsfraktion i ett större sopsugssystem eller till en lokal insamlingscontainer. På Mariatorget i Stockholm invigdes år 2011 ett system med självtömmande papperskorgar där avfallet leds till en container under mark som hissas upp vid tömning. Sedan tidigare finns ett liknande system på Nissa Strand i Halmstad.

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

Figur 1. System för självtömmande papperskorgar (överst) samt papperskorg kopplat till det lokala vakuumsugssystemet på Mariatorget i Stockholm (nederst)

3.4 Icke-lämpliga fraktioner för sopsugning

Skrymmande avfall (exempelvis möbler eller stora vitvaror), farligt avfall (färg, lösningsmedel etc.), explosivt avfall och kemikalier, hårda föremål (järnskrot och stenar etc.) samt avfall som kan expandera (kuddar, stora tvättsvampar etc.) och därmed blockera rören bör inte samlas in med sopsugar. Även mycket vått avfall, exempelvis stora mängder av vått livsmedelsavfall, lämpas inte för insamling med sopsug.

3.5 Hur hanteras fraktioner som inte sugs?

Eftersom alla avfallsfraktioner inte bör vakuumsugas behövs ett kompletterande system för hantering av de övriga fraktionerna. Hur detta system kan utformas beror av lokala förutsättningar. Fastighetsnära insamling är ofta önskvärt men ställs emot hur mycket trafik för tömning som får förekomma i anslutning till fastigheten.

Sopsugsterminalen kan utnyttjas som en insamlingsstation även för de fraktioner som inte sugs och därmed utgöra kompletta återvinningsstationer för de boende i området. Eftersom avfallsbilar ändå kommer dit för att tömma containrarna så behöver inte trafiken i övriga området öka. Dock kan avståndet till terminalen (vilket kan vara upp till 2 km) vara för långt för närmsta insamlingspunkt.

Alternativt kan lokala insamlingspunkter installeras anslutna till containrar under mark. I dag används ofta s.k. lastväxlarcontainrar som sektioneras för olika fraktioner. Sådana kan placeras i parkeringsgarage. Utrymmesbehovet är ca 6 x 8 m. Området i parkeringsgaraget som används av lastbilen måste vara högre än vad som är vanligt. Till containerns topp ansluts ett antal inkast motsvarande önskade fraktioner.

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

I ytterområden där det finns bilacess kan traditionella insamlingsigloor och containrar användas. En variant av container som töms underifrån visas i Figur 2.

Figur 2. Containrar för avfallssortering som lyfts upp vid tömning och töms genom lucka på undersidan

3.6 Fraktioner som sorteras i befintliga anläggningar

I befintliga svenska sopsugsanläggningar sorteras vanligen 1-3 avfallsfraktioner där restavfall och organiskt matavfall är vanligast förekommande. Exempel på fraktioner i några befintliga anläggningar presenteras i Tabell 2.

Tabell 2. Fraktioner som sorteras i några befintliga sopsugsanläggningar

Anläggning	Stad	Fraktioner
Landala (bostadsområde)	Göteborg	2 – restavfall och organiskt matavfall (stationärt system)
Jankowitz (bostadsområde)	Göteborg	2 – restavfall och organiskt matavfall (stationärt system)
Eriksberg (bostadsområde)	Göteborg	3 - restavfall, organiskt matavfall och papper (stationärt system)
Nissa strand (bostadsområde)	Halmstad	1 – restavfall (stationärt system med papperskorgar)
Södra Station (bostadsområde)	Stockholm	1 – restavfall (stationärt system)
Saltsjökvarn (bostadsområde)	Stockholm	1 – restavfall (mobilt system)
Mariatorget (stadskärna)	Stockholm	1 – restavfall (stationärt system med papperskorgar)
Hammarby Sjöstad (bostadsområde)	Stockholm	3 – restavfall, organiskt matavfall samt papper och plast (stationärt system med papperskorgar)

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

3.7 Optisk sortering av fraktioner

Ett alternativ till att sortera fraktioner i olika inkast är att utnyttja optisk sortering genom att använda olikfärgade påsar för olika fraktioner. Alla påsar slängs i samma nedkast och hämtas sedan med avfallsbilar eller leds med sopsug direkt till en optisk sorteringsmaskin där de olika fraktionerna separeras innan de leds till respektive slutanvändning.

Figur 3. Avfallsfraktioner separerade efter optisk sortering

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utred-
ning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

4 Tekniken

Den huvudsakliga tekniken som är gemensam för alla sopsugsanläggningar är den pneumatiska transporten. Teknik och utformning av sopinkast, rör och installation varierar beroende på användningsområde och dimensioneringsförutsättningar.

En sopsugsanläggning består av ett rörnätverk med ett antal inkast. Varje sådant inkast är kopplat till en utloppsventil för respektive fraktion. På luckan till inkastet anges vilken fraktion som hanteras i det inkastet. I andra änden på nätverket finns ett antal motagare som på samma sätt är avsedda för en fraktion. Att rätt fraktion hamnar i rätt motagare styrs av anläggningens styrsystem. Det finns inget kontrollsystem som kontrollerar användaren eller vad som slängs i inkastet. Mellan inkast och mottagare finns en växelventil som styr respektive fraktionen från ett eller flera inkast till rätt mottagare. Tekniken är relativt enkel med få funktioner inblandade. Anläggningen kan vara tidsstyrd baserat på användarnas vanor eller styras utifrån belastning. Avgörande för anläggningens funktion är grunddimensioneringen, d.v.s. att anläggningen klarar den belastning den utsätts för.

4.1 Pneumatisk transport

Pneumatisk transport innebär transport med luft[4] och detta är som tidigare nämnts ett moget system. För transport av sopor i påsar har det funnits i över 50 år och för transport av löst material ännu längre. Inom massaindustrin har de pneumatiska transporterna dock fasats ut till förmån för mekaniska transportörer med betydligt lägre energiförbrukning. Massaindustrins transportsystem är enklare än det som används för sophantering. Där är det ofta 1 till 1 transport, en avsändare och en motagare, medan det i sophanteringssammanhang kan vara 200 till 1-X. De mekaniska system som står till buds kan inte användas för rationell sophantering inom bostadsområden mm.

I pneumatiska system transporteras godset med en relativt hög lufthastighet, i detta sammanhang som mest 15 – 20 m/s. Man får därför räkna med en del erosionsskador på utrustningen, framförallt i vinkelavvikelser som rörkrökar. De mest utsatta delarna i systemet placeras dock på ett sådant sätt att de kan bytas utan omfattande arbetsinsatser. Delar som bedöms behöva bytas är ofta förlagda i åtkomliga utrymmen. Leverantörerna är kunniga om slitagnivåerna och kan leverera system med 30 års livslängd eller mer på huvuddelen av den nedgrävda utrustningen. För system som placeras under bottenplattor i fastighet kan rören dimensioneras för upp till 60 år. Den höga transporthastigheten ger dock en positiv effekt i minskade ledtider vilket innebär högre kapacitet.

[4] För avfallstransporter är främst vakuumtransport av intresse snarare än tryckluftstransport (vilket är en annan variant av pneumatisk transport)

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

4.2 Terminalen

Varje sopsugssystem har en terminal där den mottagande utrustningen som containrar, komprimatorer, växelventiler, fläktar, filter mm finns. Dessutom finns där ställverksutrymme med motorkontrollenheter och frekvensomriktare. Anläggningens intelligens, styrsystemet, är också placerad i terminalen.

Terminalens storlek beror delvis av antalet fraktioner som skall hanteras. Växelventilen som beskrivs nedan tar ganska stort utrymme. Varje lastväxlarcontainer kräver ca 25 m^2 golvyta. En terminal för tre fraktioner bör ha en bottenyta på ca 15 x 20 m. För varje tillkommande fraktion ökar terminalytan med ca 25 m^2. Utanför terminalbyggnaden måste det finnas fria ytor för lastbilar på ett djup av ca 20 m. Byggnadens höjd bör minst vara 6 – 7 m om system med cyklon i kombination med komprimator används, annars är 3 – 4 m tillräckligt.

Figur 4. Terminalbyggnad för tre fraktioner

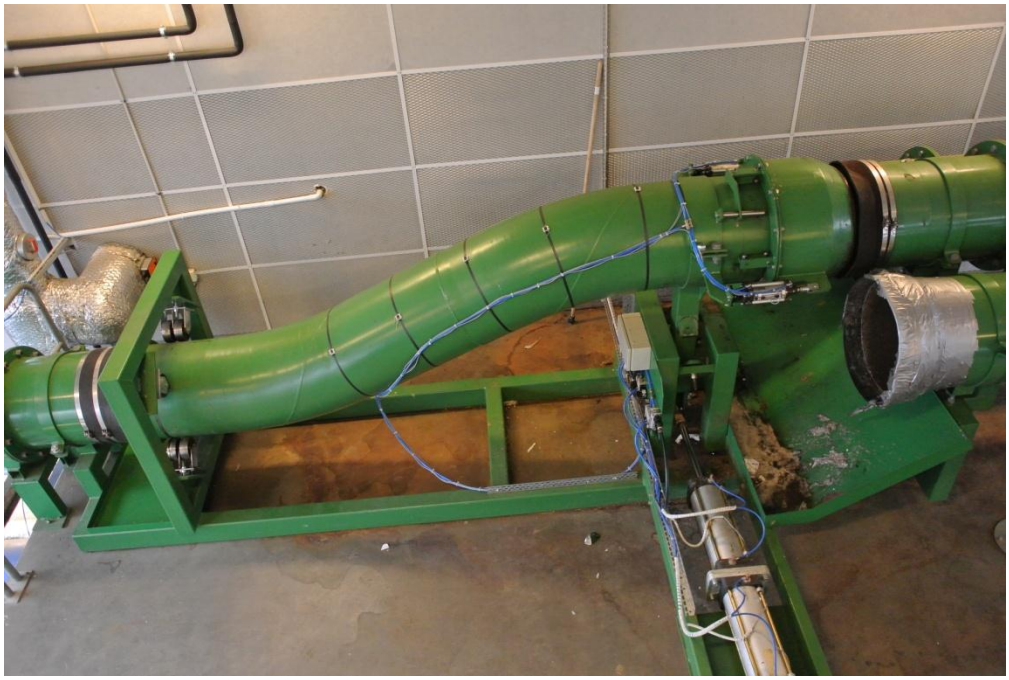
Normalt anländer lastbilen utan container till terminalen. Föraren kopplar loss aktuell container, lastar och kör den till avsedd plats och kommer tillbaka med den tomma containern. Den tekniken ger stor andel tomkörning. Ett annat sätt är att använda en stationär containerrangering. I en sådan finns det tre containerplatser för en fraktion. En plats innehåller en container som är fylld och klar för hämtning, en plats har en container som är ansluten till sopsugssystemet och en containerplats är tom. Föraren lämnar den tomma containern på den tomma platsen och lastar den fyllda containern. Ett sådant arrangemang kräver tre gånger så stor yta för containrar, men transportarbetet halveras. I det första fallet är aktuell fraktion avstängd från sopsugs-

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

systemet när containern inte är på plats. I det andra fallet stängs den aktuella fraktionen av under tiden containern växlas.

4.2.1 Växelventil

Som nämnts tidigare används växelventiler för att styra avfallet till rätt mottagare. Den vanligaste är en revolverventil som visas i Figur 5.



Figur 5. Revolverventil för två fraktioner

Ventilen i Figur 5 är ca 5 m lång och i detta fall 1,5 – 2 m bred. Den delen av ventilens rör som är ansluten till inkommande ledning, till vänster i bild, är lagrad och utgör rotationsaxel. Ventilen vrids kring den lagrade axeln till aktuell position. Vid ventilens utlopp finns ett axiellt förskjutbart huvud som tätar mot transportröret. Praktiskt försöker man begränsa ventilen till att endast arbeta i området mindre än 180 grader, men vid behov av många fraktioner kan detta område utökas. Ventilen växer dock både i längd och i bredd med många fraktioner.

4.2.2 Containrar

Mottagande utrustning är lastväxlarcontainrar. Lastväxlarcontainrar är utformade för att kunna dras på och av lastbilen. De är mycket vanliga i avfallssammanhang och vid återvinningsstationer.

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

Figur 6. Lastbil som rangerar en lastväxlarcontainer

I detta sammanhang är det specialcontainrar som används. De containrar som är direkt anslutna till transportledningen är dimensionerade för undertryck. Avfallet sugs in till containerns lagringsvolym och luften lämnar containern via ett filter i containerns överdel.

Figur 7. Direktansluten container med inbyggt filter avsedd för tyngre fraktioner

Vid lätta fraktioner avskiljs avfallet från transportluften i cykloner. Cyklonens bottenutlopp är anslutet till en hydraulisk komprimator som trycker in avfallet i containern för att få maximal lastvikt.

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

Figur 8. Toppen på cyklonavskiljare

Figur 9. Komprimatoraggregat kopplat till en container (det vertikala röret är utlopp från cyklonen)

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

4.2.3 Fläktsystem

För att åstadkomma undertryck i systemet används fläktar vilka oftast är parallellkopplade. Antalet fläktar bestäms av anläggningens komplexitet och hur många fläktar som är inkopplade samtidigt styrs av anläggningens faktiska belastning. Fläktarna är dessutom varvtalsreglerade för optimal drift. Efter fläktarna finns ett filtersystem som renar transportluften innan den lämnar anläggningen.

Figur 10. Högtrycksfläkt i en terminal

4.2.4 Buller

Alla pneumatiska transportsystem orsakar buller eller störande ljud vid luftens in- och utlopp. Vid slutet av varje förgrening samt vid strategiska punkter utefter rörnätverket finns det luftintag, pneumatiskt styrda ventiler som öppnar vid transport. Varje sådant luftintag är ljuddämpat och på samma sätt är utblåset från terminalen ljuddämpat.

4.3 Inkast och insamlingsstationer

Inkasten till en sopsugsanläggning kan utformas efter områdets behov eller önskad gestaltning. I anslutning till bostäder kan det vara inkast i trapphuset på bottenvåning/källare eller på varje våningsplan. Andra lösningar är en gemensam insamlingsstation eller fristående inkast placerade på innegården, på husväggen eller dylikt. Figur 11 visar exempel på olika lösningar.

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

Inkasten för avfall kan vara låsta och låsas upp med nyckel, kodlås eller det nu vanligare ID-bricka med inbäddad RFID-teknik[5].

Luckornas storlek kan anpassas till anläggningens dimensioner, rördiameter mm. I känsliga fall kan restriktioner sättas in i öppningen för att förhindra att skrymmande material lämnas.

Figur 11. Olika typer av inkast till sopsugssystem i stadsmiljö och bostadsområden

4.4 Utloppsventiler

Varje enskilt inkast har en utloppsventil som kopplar ihop inkastet med transportröret. I röret mellan inkastet och ventilutloppet ansamlas soporna som har kastats in sedan den tidigare tömningssekvensen. Tömning av inkasten kan ske på bestämna tider med erfarenhetsutvecklade sekvenser eller styras av nivåer i röret ovanför ventilen. Utloppsventilerna är pneumatiskt styrda. Tryckluften kommer från en kom-

[5] RFID står för Radio Frequency Identification och tekniken använder långvågig elektromagnetisk strålning (radiovågor) för att trådlöst kommunicera mellan en bricka (nyckel) med fast kod och en mottagare (lås). Med ett RFID-lås på ett sopinkast kan endast de med tillhörande bricka få tillgång till inkastet.

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

pressor i terminalbyggnaden. Kragen som syns ovanför ventilen är ett extra luftintag som assisterar vid tömning.

Ett utrymme för 2 x 3 ventiler behöver vara ca 15 – 20 m^2 beroende på rörsystemets storlek. Utrymmet skall ha luftintag och vara dimensionerat för ett undertryck av 2 kPa. Utrymmets höjd är ca 4 – 5 m för större anläggningar.

Figur 12. Tre utloppsventiler under inkast i ett bostadshus

Figur 13. Ett utrymme under en inkaststation på en innegård, med dubbla rader utloppsventiler

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

4.5 Rör

Sopsugsledningar är vanligen stålrör med dimensioner mellan 300 – 500 mm där övrig dimensionering beror av hur stor erosionsfaktorn från det transporterade avfallet är samt vilken livslängd som efterfrågas på rören. Känsligaste delarna är vid riktningsförändringar där avfallet ligger an mot rörväggen i större omfattning än vid rak transport. Sopsäckar på 120 l kan transporteras i de största rördimensionerna.

Med hänsyn till fläktarnas sugförmåga dimensioneras sopsugssystemen sällan för enskilda rörlängder över 2 000 m. Nätverket kan vara mycket större. Rören förläggs vanligvis 1 – 1,5 meter under marknivån och kan dras genom vatten vid behov. Vid stora höjdskillnader kan rören i uppåtgående riktning luta upp till 20°. För nedåtgående riktning är inte rörlutningen begränsad.

Vid installation i samband med utbyggnad av nya områden eller stadsdelar kan med fördel sopsugsrören samförläggas med andra ledningar (VA, fjärrvärme, el etc.). Servicesystemen som tryckluft och kablage för styrsystem och elutrustning samförläggs. Huruvida ledningsdragningen sker i mark eller i kulvertsystem påverkar inte sopsugsanläggningen nämnvärt. Möjligen kan behovet av att överdimensionera rör i rörkrökar minska vid installation i kulvert eftersom ett byte av rördelar underlättas.

En tillfällig terminal kan tas i drift för att under byggprocessen serva de områden som är klara. Den tillfälliga terminalen flyttas kontinuerligt allteftersom större områden byggs ut till dess att den permanenta terminalen kan byggas. Konceptet med en tillfällig terminal används för anläggningen som byggs i Norra Djurgårdsstaden.

4.6 Brandrisk och säkerhet

Bränder som uppstår i systemet kan relativt enkelt detekteras. Traditionella branddetektorer kan finnas i ventilutrymmena och på systemnivå kan branddetektor placeras i rengasdelen efter fläktar. Vid brand i ett inkast stoppas systemets automatik och aktuellt inkast kan tömmas genom manuell körning. Branden förflyttar sig till mottagande container där den kan tas om hand av räddningstjänsten. Risk för brandspridning är minimal då systemet arbetar med undertryck. Brandsäkerheten påverkas inte av om rören dras direkt i marken eller placeras i kulvertsystem.

Vid strömavbrott stannar systemet. Används elektroniska lås på inkasten kan inte några sopor lämnas. Inget behov av UPS system[6] finns för mer än styrsystemet.

Placering av luftintag bestämmer anläggningens känslighet för översvärmning. Alla andra delar kan tätas för inträngande vatten.

[6] UPS (Uninterruptible Power Supply) är en elektrisk apparat med batteri och växelriktare som säkerställer avbrottsfri kraftförsörjning vid störningar eller strömavbrott

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

5 Systemutformning och utrymmesbehov

I denna utredning beskrivs ett exempelsystem i form av en stor stationär sopsugsanläggning. Två varianter av systemet placeras därefter i en karta över H+ för att visa på förutsättningarna för att installera sopsugsanläggningen i området.

5.1 Exempelsystem

De största system som byggs betjänar mellan 4000 – 5000 hushåll. Vid större anläggningar sker en dubblering. Hur terminaler placeras är helt beroende av områdets karaktär. Om området tillåter kan terminaldelen utökas och betjäna två eller flera system. Fläktar, filter, avskiljare och andra systemdelar tillhör ett system och kan i princip inte samanvändas av olika system. Däremot byggs ställverk ihop av praktiska skäl. Styrsystem, kompressor m.m. kan betjäna två eller flera system men ur redundanssynpunkt är det bättre med separata enheter.

En stamledning dras igenom hela området och ett antal grenledningar placeras ut för att passa byggnationen. Den längsta sträckan från ett inkast till terminalen skall inte överstiga 2 000 m.

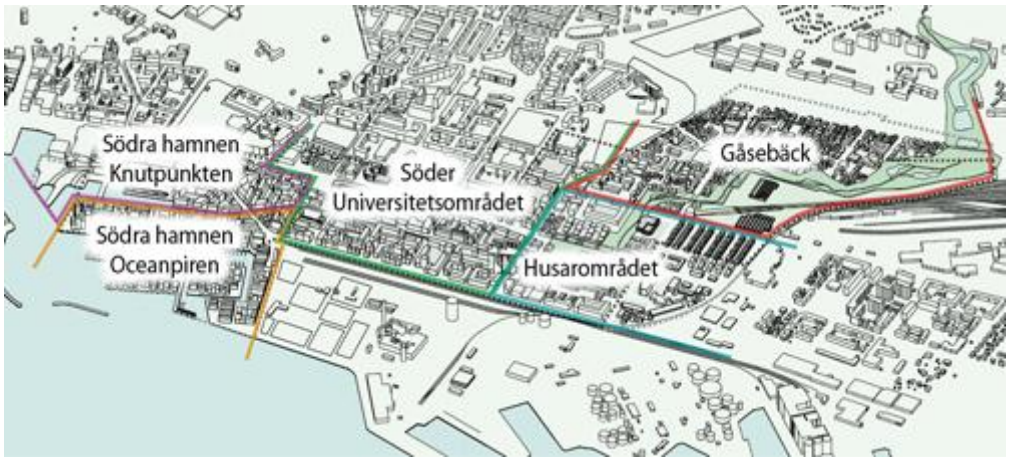
5.2 Sopsugssystem i H+ området

H+ området består av fem delområden enligt Figur 14. Befolkningen i området förväntas vara ca 10 000 – 11 000 personer uppdelat på olika typer av boendeformer. Ett sopsugssystem för 4 500 hushåll kan vara tillräckligt stort för att utnyttjas av alla boende i H+ men behöver anpassas så att hela området täcks in utan att ledningarna blir längre än 2 km.

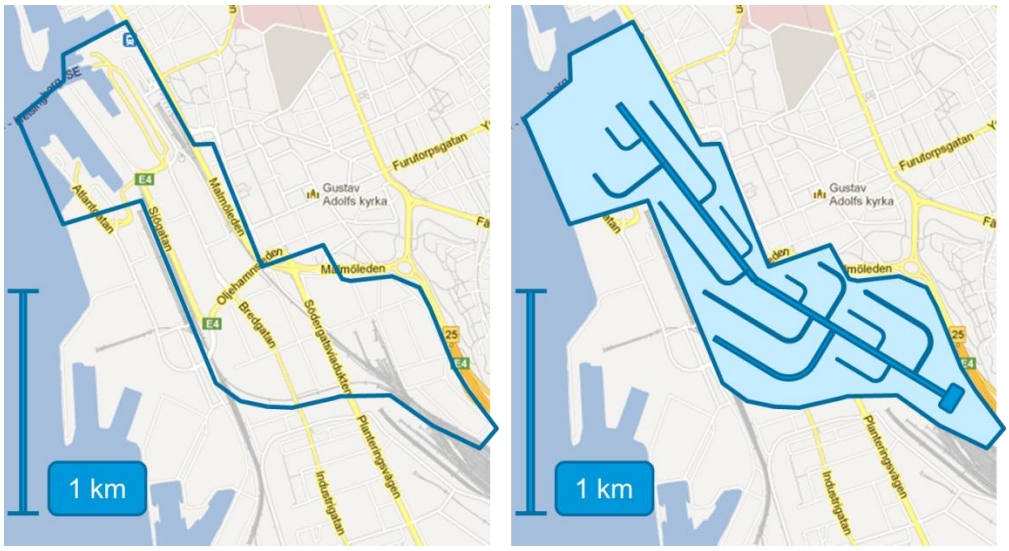
Med ca 40 - 50 hushåll per inkastpunkt[7] och omkring 100 m mellan inkastpunkterna behövs en total längd för sopsugsledningarna på ca 1100 m. En möjlig utformning är en 2 km lång stamledning med ca 10-15 grenledningar som förser området med tillräckliga inkastpunkter. I Figur 15 visas ett exempelsystem med en terminal placerad i utkanten av området. Terminalen kan även placeras centralt i systemet vilket möjliggör en rörsträckning på upp till 2 km i flera olika riktningar, se Figur 16. Exemplen är på intet sätt optimerade av vare sig placering av terminal eller utformning av grenledningar. Vid en förprojektering behövs en mer utförlig analys för att bestämma utformningen av sopsugsanläggningen.

[7] Fler inkastpunkter (d.v.s. färre hushåll per inkastpunkt) är tekniskt möjligt men leder till högre investeringskostnader.

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug



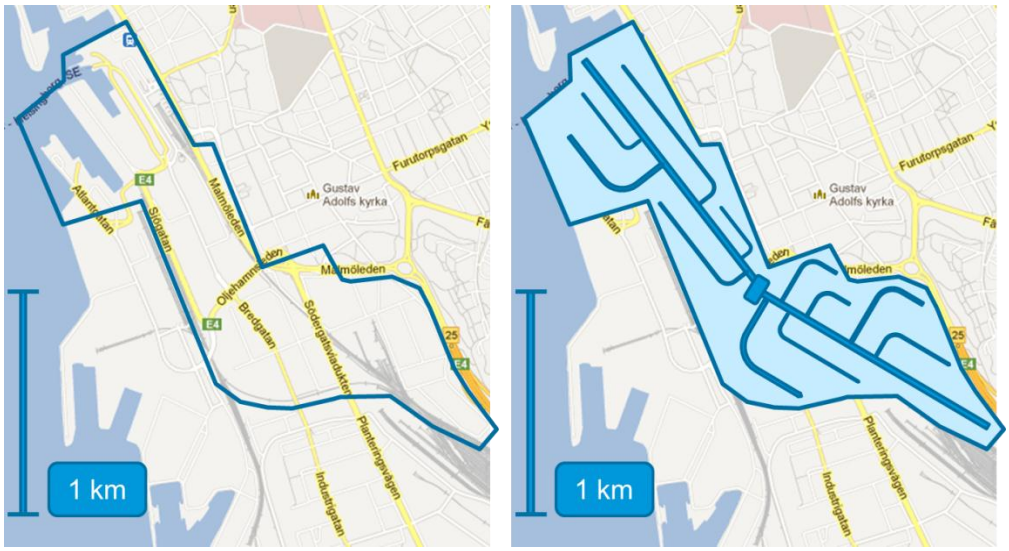
Figur 14. H+ området med de fem delområdena (källa: H+ hemsida[8])



Figur 15. H+ området och en illustration av ett sopsugssystem med ca 2 km maximal suglängd

[8] http://hplus.helsingborg.se/om-hplus/h-omradet-med-delomradet/

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utred-
ning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug



Figur 16. H+ området och en illustration av ett sopsugssystem med centralt placerad terminal

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

6 Huvudmannaskap vid sopsugsinvesteringar

En sopsugsanläggning kan byggas och drivas av olika aktörer beroende på systemets storlek och andra förhållanden som råder på platsen. De tre huvudsakliga alternativen för huvudmannaskap är samfällighetsföreningar, kommuner samt separata bolag.

6.1 Samfällighetsföreningar

Den vanligaste ägarlösningen i svenska kommuner är att anläggningarna ägs och drivs av samfällighetsföreningar där de ledande exploatörerna och bostadsbolagen i området går samman. För mindre system kan det vara lämpligt att fastighetsägaren ansvarar för ledningar och sopnedkast inom fastighetsgränsen. För större system innebär det större utmaningar i form av samarbete mellan många aktörer. Ett exempel på en anläggning där huvudmannaskapet har lösts med en samfällighetsförening är i bostadsområdet Södra Station i Stockholm där de ledande exploatörerna av området 1985 tecknade ett avtal om att anlägga och driva anläggningen. Produktionskostnaderna för terminalen och det centrala rörsystemet fördelades i förhållande till varje parts bruksarea och idag ägs sopsugsanläggning av samfällighetsföreningen.

6.2 Kommunalt ägande

Ett alternativ för stora system som påverkar många exploatörer och där anläggningen byggs till stor del på kommunal mark är att kommunen eller staden utgör huvudman. Det är vanligare i städer och kommuner utanför Sverige, t.ex. i Norge och Spanien, där sopsugsanläggningar oftare betraktas som en del av infrastrukturen som kommunen bör äga och ansvara för. Kommunalt ägande finns på vissa håll i Sverige exempelvis i Halmstad där det kommunala energi- och miljöbolaget gått in som byggherre och ägare till sopsugsanläggningen med papperskorgar på Nissa Strand. Även den planerade anläggningen i Barkarbystaden i Järfälla har kommunalt huvudmannaskap där kommunen är samordnare med andra ledningsägare vid utbyggnaden av området.

Det är även möjligt med en kombination av samfällighetsföreningar och kommunalt ägande. Det kan ske genom att kommunen utgör huvudman för sopsugsanläggningen under exploateringsfasen och att anläggningen därefter förs över till en samfällighetsförening. Det omvända förhållandet att ett kommunalt bolag tar över ägandet efter att exploatörerna byggt anläggningen är också en tänkbar modell.

6.3 Separat bolag

Ett tredje alternativ för huvudmannaskapet till en sopsugsanläggning är att ett separat bolag äger och driver anläggningen och debiterar tjänsten. Det kan vara leverantören av systemet eller ett annat företag som är huvudman och det förutsätter att ett långt avtal för tjänsten kan skrivas. Ett exempel är sopsugssystemet i Brandbergen, Stockholm, som varit i drift sedan 1971 och idag ägs av leverantören Envac.

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

7 Framtida lösningar

Två tekniska lösningar som är nya eller under utveckling har identifierats som intressanta för sopsugsanläggningar. Dessa beskrivs i avsnitten nedan följt av en kort diskussion av flexibilitet i sopsugssystem.

7.1 Invägning vid insamling

Kommuner strävar efter att få en rättvis debitering av omhändertagandet av avfall. Idag kan detta ske genom invägning av kärlen vid tömning vilket används främst i villaområden. Invägning i flerfamiljshus förekommer normalt inte idag. Med en sopsug är det möjligt att utforma samma system med personlig invägning även i flerfamiljshus. Detta möjliggörs med elektronisk identifiering (exempelvis med tidigare nämnd RFID-teknik) i kmbination med ett inbyggt vågsystem i sopsugen.

7.2 Alternativ för insamling av matavfall

Som ett alternativ till köksavfallskvarnar för insamlingsmetod för matavfall kan matresterna sugas i en separat ledning direkt från slasken till terminalen utan att det först mals sönder. Matavfallet späds sedan i containern till en slurry för att kunna pumpas ut till en tankbil för transport till rötningsanläggningen. Metoden ger en effektivare biogasproduktion än då avfallet mals i avfallskvarnar. Jämfört med systemet där påsar används tranporteras dock en större mängd vatten på grund av utspädningen av slurryn.

Förutom ordinarie avloppsledning vid köksslasken så tillkommer en ledning för matavfallet vilket kan ses i Figur 17 som visar konceptidén för en köksinstallation.

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug

Figur 17. Insamlingssystem för matavfall via separat ledning från kökshandfat

7.3 Flexibilitet i systemet

Ett sopsugssystem är flexibelt fraktioner kan vid behov bytas ut. Exempelvis kan ledningar som tidigare samlade in matavfall bytas till en förpackningsfraktion utan några större svårigheter. Det som behövs är nya etiketter på alla inkast samt en omprogrammering av styrsystemet så att det passar för den nya fraktionen. Om en mjuk fraktion ersätts av en mer eroderande fraktion kan den förväntade livslängden på systemet gå ner.

http://ams.se.wspgroup.com/projects/10166151/Document/Allmän analys och utredning/3_Dokument/34_Arbetsmaterial/Deluppdrag - sopsug