



# Nedkastat och bortsuget

En studie om det nyinstallerade stationära sopsugssystemet i Brunshög med fokus på hinder och möjligheter med systemet

---

HIBA KARDAS 2022

MVEK02 EXAMENSARBETE FÖR KANDIDATEXAMEN 15 HP  
MILJÖVETENSKAP | LUNDS UNIVERSITET





**LUNDS**  
UNIVERSITET

[WWW.CEC.LU.SE](http://WWW.CEC.LU.SE)  
[WWW.LU.SE](http://WWW.LU.SE)

Lunds universitet

Miljövetenskaplig utbildning  
Centrum för miljö- och  
klimatforskning  
Ekologihuset  
223 62 Lund

# Nedkastat och bortsuget

En studie om det nyinstallerade stationära  
sopsugssystemet i Brunnshög med fokus på hinder och  
möjligheter med systemet

Hiba Kardas

2022

Bild framsida: fotograf Hiba Kardas, 2022



**LUNDS**  
UNIVERSITET

Hiba Kardas

MVEK02 Examensarbete för kandidatexamen 15 hp, Lunds universitet  
Intern handledare: Hanna Fors, Centrum för miljö- och klimatvetenskap,  
Lunds universitet

CEC - Centrum för miljö- och klimatvetenskap  
Lunds universitet  
Lund 2022



# Abstract

Major revolutionary and technological developments have taken place in the world, yet developments in waste management in particular have been slower than others and remained more or less unchanged through the years. The Swedish company Envac invented the stationary automated vacuum waste collection system AVAC, an underground pipe network where waste is transported through a vacuum technique to a collection station where the waste is separated into different containers. Sweden's biggest stationary AVAC-system is under construction in Brunnsbög, an urban development project in Lund's municipality. The aim of this study is to gain a deeper understanding of the stationary AVAC-system in Brunnsbög and to understand what factors and conditions must be considered when planning and constructing this system. This study is based on literature analyses and interviews with Lund's municipality and Envac, who provide and build the system, to investigate what the possibilities and obstacles are with the newly installed AVAC-system in Brunnsbög. This study shows that an AVAC-system results in cleaner and sustainable urban environments where unpleasant smell and overfilled bins are eliminated. Furthermore, the system enables significantly reduction of air pollution caused by waste collection traffic, which in turn leads to a more resilient district.

The obstacles identified in this study are partly difficulties with the dimensioning due to narrow spaces in the ground but also because of changes in the gross floor area and what the property owners decide to build on that area, whether it is small or big apartments or possibly businesses. Some technical measures and developments are highlighted in this study, such as artificial intelligence and digitalization that can be implemented to the system to increase the circular economy and the sorting rate. Additionally, values of certain fractions, mainly metals and textiles are discussed for future imposition of urban mining in the district.

**Keywords:** Stationary automated vacuum waste collection system, AVAC, circular economy, artificial intelligence, environmental and economic benefits, digitalization, dimensioning, Brunnsbög, Lund's municipality, Envac.



# Populärvetenskaplig sammanfattning

För att världen ska kunna uppnå de antagna miljö- och klimatmålen och miljöanpassas, krävs nya innovativa lösningar och tekniska försörjningssystem som minskar hälso- och miljöpåverkan och som kan hantera de oförutsedda händelser klimatförändringen medför. I takt med att större avfallsvolymer genereras, ökar behovet av antalet sopbilar och därmed hämtningsintervallen. Till följd av detta ökar trafikstockningar i staden som leder till att mängden luftföroreningar i atmosfären ökar. Den manuella avfallsinsamlingen leder till negativ miljö- och klimatpåverkan där sopbilar hindrar trafikflöden i staden och skapar buller.

I arbetet mot cirkulär ekonomi och minskningen av klimatpåverkan har Lunds kommun handlat upp och tillsammans med Envac byggt Sveriges största stationära sopsugssystem i stadsutvecklingsprojektet i Brunnsnög i Lunds kommun som ska ta itu med hälso- och miljöproblematiken som traditionell avfallshantering medför. Sopsugssystemet kommer att hantera rest- och matavfall samt pappers- och plastförpackningar. Resterande returpapper, metall samt färgat och ofärgat glas kommer tas om hand via underjordiska behållare. I denna studie undersöks implementeringen av ett sopsugssystem i Brunnsnög och vilka möjligheter liksom utmaningar som uppkommit under planeringen samt byggnationen av systemet. Studien lyfter även upp möjliga åtgärder och teknisk utveckling som möjliggör en ökad källsorteringsgrad i Brunnsnög samt i framtida installationer av stationära sopsugsanläggningar.

Resultatet från en intervjuundersökning med aktörer som bygger systemet visade att det förekommer en del hinder som medfört problematik under byggnationen av systemet. Den största problematiken ligger i en svag och otillräcklig kommunikationen mellan Lunds kommun och fastighetsägarna som köpt upp mark av Lunds kommun. Förändringar i hur stor yta samt antalet lägenheter som fastighetsägarna valt att bygga har resulterat i en stor problematik kring dimensioneringen av systemet med antalet inkastpunkter. Trånga ytor i marken har även medfört svårigheter med ledningsdragningen. Ytterligare utmaningar är den begränsade sopsugsmarknaden med få aktörer att förhandla med vilket innebär höga investeringskostnader för Lunds kommun samt osäkerhet vid val av aktör då dessa har skilda tekniker och arbetsätt. För Envac ligger den största utmaningen i att anpassa gränssnittet av egen utrustning till tidigare aktörs utrustning som byggt upp en del av systemet i södra Brunnsnög innan Envac tog över byggnationen. Framförallt ansågs sopsugen kunna bidra till en ökad cirkulär ekonomi samt till en ökad resiliens mot klimatförändringar i stadsmiljöer. Utifrån



intervjuerna går det att fastställa att Lunds kommun är positiva till sopsugssystemet förutsatt att systemet implementeras i nya stadsutvecklingsprojekt med tät exploateringsgrad. Vidare har sopsugssystemet goda utvecklingspotentialer med utveckling av bland annat flera hanterbara fraktioner, artificiell intelligens och digitalisering, vilka respondenterna menar är nästa utvecklingssteg i tekniken.

# Innehållsförteckning

<b>Abstract</b> .....	<b>5</b>
<b>Populärvetenskaplig sammanfattning</b> .....	<b>7</b>
<b>Innehållsförteckning</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Inledning</b> .....	<b>11</b>
1.1 <i>Brunnshög</i> .....	12
1.2 <i>Etapputbyggnad</i> .....	12
1.3 <i>Sopsugssystemet</i> .....	13
1.4 <i>Sopsugsprocessen</i> .....	16
1.5 <i>Underjordiska behållare</i> .....	18
1.6 <i>Miljövinster från ett stationärt sopsugssystem</i> .....	18
1.7 <i>Syfte och mål</i> .....	20
<b>2. Metod</b> .....	<b>21</b>
2.1 <i>Litteraturstudie</i> .....	21
2.2 <i>Kvalitativ metod</i> .....	21
2.3 <i>Avgränsningar</i> .....	22
2.4 <i>Etisk reflektion</i> .....	23
<b>3. Resultat</b> .....	<b>25</b>
3.1 <i>Miljövinster med ett stationärt sopsug i Brunnshög</i> .....	25
3.2 <i>Utvecklingspotentialer</i> .....	26
3.2.1 <i>Utvecklingen av nya sopsugsledningar för flera fraktioner</i> .....	26
3.2.2 <i>Införandet av belöningssystem</i> .....	27
3.2.3 <i>Digitalisering och artificiell intelligens</i> .....	27
3.3 <i>Utmaningarna med sopsugsbyggnationen i Brunnshög</i> .....	28
3.3.1 <i>Trånga ytor i marken vid ledningsdragning</i> .....	28
3.3.2 <i>Dimensionering av sopsugen</i> .....	29
3.3.3 <i>Förändring av bruttoarea</i> .....	29

3.3.4 Liten och begränsad marknad .....	30
3.4 Användarperspektivet och åtgärder för en ökad källsorteringsgrad .....	31
3.5 Förutsättningarna för framtida installationer av sopsugsanläggningar .....	32
3.6 Förbättringsåtgärder .....	33
<b>4. Diskussion .....</b>	<b>35</b>
4.1 Ekonomiska aspekter .....	36
4.2 Utmaningarna med sopsugsbyggnationen i Brunnshög .....	37
4.3 Ökad cirkuläritet .....	38
4.4 Framtida studier .....	39
<b>5. Slutsats .....</b>	<b>41</b>
<b>Tack .....</b>	<b>43</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>45</b>
<b>Bilagor .....</b>	<b>49</b>
<i>Bilaga 1</i> .....	49

# 1. Inledning

*”Om vi nu kan suga damm från varenda hörn av sjukhuset, varför kan vi inte göra samma sak med sopor?” (Envac u.å.).*

Det har gjorts stora revolutionerande och tekniska utvecklingar i världen men utvecklingen inom just avfallshanteringen har gått långsammare än andra och förblivit mer eller mindre oförändrad genom tiderna (Hidalgo et al., 2018). Det kvarstår fortfarande en stor problematik kring avfallsinsamlingen i både rika och fattiga länder (Hidalgo et al., 2018). För att FN:s mål om en hållbar konsumtion och produktion ska vara uppnått till 2030 krävs en radikal förändring av vårt konsumtionsmönster (Globala målen, 2021). Omställningen till en cirkulär ekonomi med ett resurseffektivt och giftfritt kretsloppssamhälle är nödvändigt för att kunna minska klimatpåverkan samt de negativa effekterna på människors hälsa och miljö (Naturskyddsföreningen, 2021). Källsortering och återvinning är en betydande del i arbetet mot ett resurseffektivt och giftfritt kretsloppssamhälle (Naturvårdsverket, 2021). Över 60% av flerbostadshusen i Sverige sköter avfallsinsamlingen i separata kärl i soprum eller i miljöhus, vilket tillsammans med den baklastande sopbilen vid avfallshämtning är det system som dominerar i Sverige (Avfall Sverige, 2021). Detta traditionella sopkärlsystem har använts under längst tid och innebär ett manuellt insamlingssystem som har en negativ påverkan både ur miljö-, arbetsmiljö- och hälsoperspektiv (Avfall Sverige, 2021; Laurent et al., 2014). Ett led för att uppnå och säkerställa hållbara cirkulära materialflöden är att satsa på nya innovativa lösningar och tjänster där resurserna i avfallet tas tillvara och återanvänds (Naturvårdsverket, 2021). För att bemöta utmaningarna med avfallsinsamlingen och cirkulära materialflöden har ett flertal länder runt om i världen valt att införa nya insamlingssystem som sopsug och underjordiska behållare som ersätter den manuella avfallshanteringen (Benardos & Kaliampakos, 2013; Miller et al., 2014). I nordöstra Lund har forskningsanläggningarna MAX IV och ESS etablerats, vilka blivit utgångspunkter för en världsledande forsknings- och innovationsmiljö (Dalman et al., 2016). Parallellt med byggnationen av MAX IV och ESS växer stadsdelen Brunnsög fram, en helt ny stadsdel som genomsyras av ett stort miljö- och hållbarhetstänk (Rosvall & Larsson, 2020). Internationella liksom svenska studenter, forskare och innovatörer väntas lockas till forskningsanläggningarna, vilket gör stadsdelen av ett stort intresse och besöksmål för vetenskap, kultur och rekreation (Rosvall & Larsson, 2020). Lunds kommuns högt ställda visionsmål gör att nya lösningar för hållbart samhällsbyggande

utvecklas i stadsdelen, inte minst Sveriges största sopsugssystem som beräknas tas i drift under 2022 (Dalman et al., 2016; Lunds kommun, 2021a & b).

## 1.1 Brunshög

Brunshög är en ny växande stadsdel belägen nordöst om Lunds kommun och visionen för kommunen är att Brunshög ska vara en europeisk förebild för hållbar stadsutveckling (Rosvall & Larsson, 2020). I Brunshög ska cirka 5 000 bostäder byggas och uppemot 40 000 människor förväntas bo och arbeta i stadsdelen när området är färdigställt (Lunds kommun, 2021c). En synergi av alla hållbara system ska utveckla Brunshög till en plats som präglas av hållbarhet och livskvalitet (Rosvall & Larsson, 2020). Brunshögskontraktet, en överenskommelse om ett samarbetsprojekt mellan Lunds kommun, Lunds Renhållningsverk, Kraftringen samt VA Syd, undertecknades år 2013 och syftar till skapandet av effektiva samt hållbara försörjningssystem inom energi, vatten, avlopp och avfall (Lunds kommun, 2021b). När det gäller avfallshanteringen i Brunshög har Lunds kommun valt att bygga Sveriges största sopsugssystem vilket även är det första stationära sopsugssystem som kommunen handlar upp och bygger (Lunds kommun, 2021d). I Brunshög finns även Sveriges första Svanenmärkta studenthus, världens största lågtempererade fjärrvärmenät samt andra stora tekniska system, alltifrån spårvägen mellan Lund C och ESS, till mindre system såsom regntunnor och bilpooler (Rosvall & Larsson, 2020; Lunds kommun 2021b). Marken i Brunshög ägs av Lunds kommun som fattar markanvisningsbeslut (Lunds kommun, 2021b). Intressenter och aktörer som värderar högsta kvalitet och hållbarhet i sina projekt, har möjlighet att köpa en del av den kommunala marken av Lunds kommun för bebyggelser (Lunds kommun, 2021b).

## 1.2 Etapputbyggnad

I Lunds kommun ansvarar Lunds renhållningsverk för avfallshanteringen och eftersom Brunshög byggs med tät exploateringsgrad krävs en effektiv avfallshantering i relation till dess yta (Rosvall & Larsson, 2020). Renhållningsstyrelsen och kommunstyrelsen beslutade år 2015 om tillstånd för igångsättning av sopsugsbyggnationen som sker i olika etapper, varav Solbjer, den södra delen av Brunshög, byggs först (Fällman, 2020). Lunds renhållningsverk ansvarar för drift och underhåll av sopsugssystemet (Lunds kommun, 2021a). Figur 1 nedan visar en översiktsritning med de etapper som är under planering och utbyggnation samt kommande etapper (Lunds kommun, 2021a).



**Figur 1.** Översiktsritning över sopsugssystemet i Brunnsjön med antalet inkastpunkter samt dess ungefärliga placering utplacerade (Lunds kommun, 2021a). Publicerad med tillstånd av Lunds kommun.

### 1.3 Sopsugssystemet

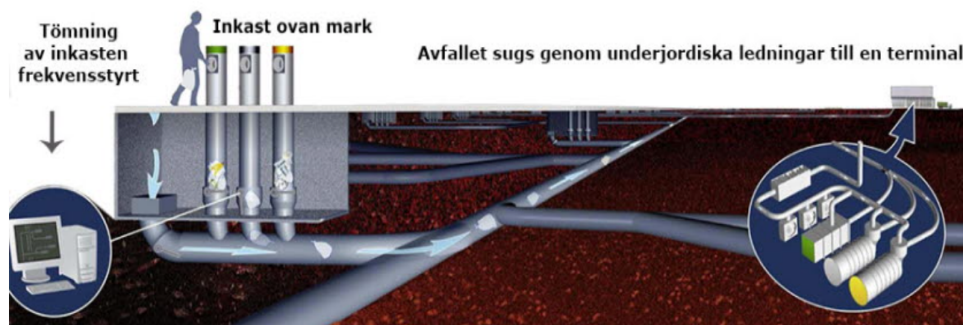
Ett stationärt sopsugssystem, engelsk benämning: *stationary automated vacuum waste collection system, pneumatic refuse collection* eller *automated vacuum collection* "AVAC", är ett slutet automatiserat underjordiskt avfallsinsamlingssystem som bygger på pneumatik, en lufttrycksteknik som får avfallet att sugas iväg i ledningar under marken till en sopsugsterminal (Chäfer, et al., 2019; Nakou et al., 2014). Sopsugssystemet utgörs av olika insamlingspunkter med inkast för utvalda fraktioner (Benardos & Kaliampakos, 2013). Den tilltänkta avfallslösningen i Brunnsjön utgör insamling av fyra fraktioner med sopsug, vilka är restavfall, matavfall, pappers- och plastförpackningar (Lunds kommun, 2021b). Rören från varje sopinkast kopplas samman till en huvudledning under marken som

sträcker sig hela vägen till sopsugsterminalen med containrar avsedda för varje avfallsfraktion, se figur 2 och 3, (Nakou et al., 2014).



**Figur 2.**

Sopsugsterminalen på Brunnhögsgatan 32 i Brunnhög (egen bild). På bilden visas portarna till terminalen dit lastbilar kör fram och hämtar containrarna när de är fulla. Till vänster visas huvudingången och den svarta inkommande sopsugsledningen som leds in i terminalen för att sedan fördelas till de olika containrarna.



**Figur 3.**

Simulering av sopsugssystemet med inkastpunkter och underjordiska sopsugsledningar (Lunds kommun, 2021a). Publicerad med tillstånd av Lunds kommun.

Avståndet mellan bostäderna och inkastpunkterna bör vara högst 50 meter (BFS 20122:6). Avfallet som slängs ner lagras tillfälligt i ett rör under sopinkasten tills den töms, vanligtvis på frekventa programmerade tider en till två gånger om dagen (Teerioja et al., 2012; Nakou et al., 2014). Sopsugsanläggningen i Brunnhög är designad och utvecklad av det svenska företaget Envac som är uppfinnaren av sopsugssystemet (Envac, u.å). Dimensionen på rören kan variera i både rördiameter och tjocklek i olika sopsugssystem beroende på mängden sopor som beräknas

transporteras i rören (Miller et al., 2014). Diametern kan variera mellan 300 mm och 500 mm och tjockleken mellan 3 mm och 9 mm (Miller et al., 2014; Chåfer, et al., 2019). Figur 4 nedan visar en bild på de nyinstallerade sopsugsinkasten i Brunnsnög och figur 5 visar placeringen av inkasten i förhållande till bostäderna på Brunnsnögsgatan.



**Figur 4.** Bild på nyinstallerade sopsugsinkasten på Soluppgången i Brunnsnög (egen bild).



**Figur 5.** Bilden visar sopsugsinkastens placering samt avståndet mellan bostäderna och inkastpunkten på Brunnsnögsgatan i Brunnsnög (egen bild).



## 1.4 Sopsugsprocessen

Sopsugsprocessen styrs ifrån terminalbyggnaden genom att fläktsystemet startas upp och fördelningsventilen öppnas för den container vars respektive fraktion ska tömmas (Nakou et al., 2014; Kogler, 2007). Fläktarna suger luften i containern vilket skapar undertryck i systemet (Miller et al., 2014). Luft tas sedan in i huvudsugledningen via en tilluftsventil som fyller ledningen med mycket luft för att skapa ett luftflöde på 18–24 m/s, se figur 3 (Miller et al., 2014; Kogler et al., 2007). Under tömningsprocessen sugs en fraktion åt gången och den inkommande fraktionen leds till respektive korrekta container genom fördelningsventiler kopplade efter varandra i terminalen (Hidalgo et al., 2018; Miller et al., 2014). Fördelningsventilen i terminalen öppnas när en fraktion ska tömmas och slutligen lagringsventilen som soporna vilar på under sopsugsinkasten (Chafér et al., 2019). Tryckskillnaderna gör att soporna sugs iväg med luftflödet i hög hastighet på 50–70 km/h vilket motsvarar 10–18 m/s (Nakou et al., 2014; Farré et al., 2021). För fraktionerna papper och restavfall separeras avfallet från luften i cyklonavskiljare placerade framför containrarna och innan luften släpps ut i atmosfären renas den via ett biofilter som bryter ner föroreningar i luften (Nakou et al., 2014; Chafér, et al., 2019). Avfallet pressas sedan ihop i en komprimator placerad under cyklonavskiljaren innan avfallet förs in i containern, detta för att ge ett ökat lagringsutrymme i containrarna (Miller et al., 2014; Hidalgo et al., 2018).

Terminalbyggnaden kan placeras upp till 3 km från sopinkasten för att det ska vara möjligt att suga soporna med denna teknik och placeras oftast utanför bostadsområdet för att förhindra trafik och buller i bostadsområdet (Thulin & Carlberg, 2017). Containrarna i terminalen är placerade framför portar dit lastbilar kör fram när containrarna behöver tömmas och ersättas med nya containrar (Nakou et al., 2014). Lastbilarna lastar på sig de fulla containrarna för att köra vidare till behandlings- eller deponeringsanläggningar (Nakou et al., 2014; Teerioja et al., 2012). Figur 6, 7 och 8 nedan visar olika ledningar och ventiler i systemet som styr avfallet till containrarna.



**Figur 6.** Bilden visar fördelningsventilerna i grönt som fördelar sopsugsledningarna i svart vars respektive avfallsfraktion fördelas in i rätta container i terminalbyggnaden i Brunnsberg (egen bild).



**Figur 7.** Bilden till vänster visar de tre fläktpumparna i fläktrummet med respektive luftsugledning i blått som leds vidare i terminalbyggnaden (egen bild). Till höger visas en container i grönt för plastavfall i terminalbyggnaden med sopsugsledningen i svart samt luftsugledningen i blått från fläktpumparna



**Figur 8.** Bilden visar komponenterna i terminalbyggnaden som fraktionerna papper och restavfall färdas genom innan de förs in i respektive container (egen bild). Till höger visas papprets alternativt restavfall färd genom sopsugsledningen i svart, vidare genom cyklonavskiljaren, sedan ner till komprimatorn och slutligen in i containern.

## 1.5 Underjordiska behållare

I Brunnshög ska sopsugen kombineras med bottentömmande avfallsbehållare, så kallade underjordiska behållare, på engelska *underground waste collection system*, ”*uws*”, för fraktionerna tidningar, metallförpackningar, samt färgat och ofärgat glas (Lunds kommun, 2021a; Benardos & Kaliampakos, 2013). De underjordiska behållarna utgörs av synliga inkastoppar på marken, se figur 9, med en optimal inkasthöjd samt helt nedgrävda avfallscontainrar placerade under inkasten på 2–3 meters djup (Pérez et al., 2020; Benardos & Kaliampakos, 2013). I takt med att avfallet fylls på i behållaren komprimeras avfallet genom sin egen tyngd vilket minskar tömningsfrekvensen och när behållaren är fylld sker tömning helt maskinellt med en kranbil vars kran kopplas på behållarens krok (Pérez et al., 2020). Vid tömning lyfts en container upp ur betongkassunen och avfallet töms i lastbilens olika containrar som sedan kör vidare till återvinningscentraler för vidare behandling (Palm et al., 2018).



**Figur 9.** Underjordiska behållare på Systemeraregatan 8 i Brunnshög (egen bild).

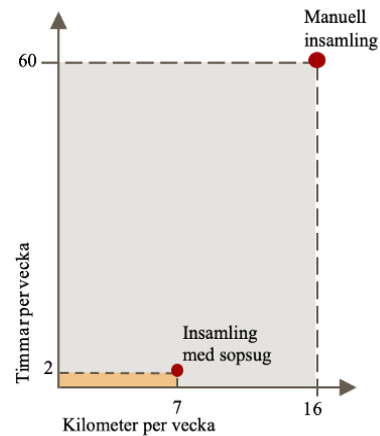
## 1.6 Miljövinster från ett stationärt sopsugssystem

Avfallshantering bidrar till en rad olika ekosystemskador samt miljö- och hälsoproblem, huvudsakligen på grund av koldioxidutsläppen (Teerioja et al., 2012). Dagens globalisering och befolkningstillväxt medför en större generering av avfall samt sårbarhet i städer och med klimatförändringen väntas flera naturkatastrofer inträffa världen över (UNISDR, 2011). Därmed ökar behovet av risk- och sårbarhetsåtgärder liksom tekniska försörjningssystem som kan hantera de oförutsedda händelser klimatförändringen medför (UNISDR, 2011).

Väderförhållanden är en sådan faktor som kan ha en stor påverkan på avfallsinsamlingens driftsäkerhet, där oväder såsom kraftiga snöfall, hårda vindar och regnskurar, kan hindra både sopbilar och arbetare från att utföra avfallsinsamlingen (Widell & Svensson, 2017; Benardos & Kaliampakos, 2013). Enligt Benardos och Kaliampakos (2013) främjar sopsugssystem alltifrån ren luft och vatten till att förebygga skadedjur, sjukdomar samt skapandet av resilienta infrastrukturer i städer. Ett exempel på resilient infrastruktur är en sopsugsanläggning på Roosevelt Island i New York som varit i gång i mer än 40 år och som fortfarande fungerar effektivt trots att staden blivit utsatt för kraftiga oväder, orkaner och snöstormar (Benardos & Kaliampakos, 2013). Roosevelt Island förblev det enda distriktet i New York med oavbrutna avfallsinsamlingar under snöstormen Snowmageddon år 2010 (Benardos & Kaliampakos, 2013).

I en fallstudie av området Norra Sofia i Stockholm har en manuell avfallsinsamling jämförts med ett stationärt sopsugssystem och figur 10 nedan visar insamlingsskillnaderna och beräkningen av fordons körsträckor i området som påvisar stora skillnader mellan de olika insamlingssystemen (Widell & Svensson, 2017).

	Kilometer/vecka	Timmar/vecka
<b>Manuell insamling</b>	<b>16 km</b>	<b>60 h</b>
<b>Sopsug</b>	<b>7 km</b>	<b>2 h</b>



**Figur 10.**

Figur ritad av författaren baserad på Widell & Svensson (2017). Figuren jämför sopbilens körsträckor samt antalet timmar som sopbilen uppehåller sig i området vid konventionell avfallshantering samt vid ett stationärt sopsugssystem.

## 1.7 Syfte och mål

Syftet med studien är att granska det insamlade underlaget från litteraturstudier och intervjuer för att identifiera vilka möjligheter, hinder och utmaningar som föreligger med implementeringen och byggnationen av sopsugssystemet i Brunnsbög. Utifrån det insamlade och analyserade materialet syftar studien till att skapa en djupare förståelse för förutsättningar och utvecklingsmöjligheter vid framtida byggnationer av sopsugsanläggningar. Avsikten är även att arbetet ska kunna användas som underlag i infrastrukturprojekt där installation av sopsug planeras. Följande frågeställningar besvaras i studien:

- Vilka möjligheter, hinder och utmaningar föreligger med införandet av sopsugssystemet i Brunnsbög?
- Vilka åtgärder och teknisk utveckling kan göras för att öka källsorteringsgraden i Brunnsbög samt i framtida sopsugsanläggningar?
- Hur ser förutsättningarna ut för framtida byggnationer av sopsugsanläggningar i Lunds kommun?

## 2. Metod

För att besvara studiens frågeställningar har kvalitativa metoder kombinerats med en litteraturstudie. Litteraturstudien syftar till att anknyta studien med befintlig forskning och vetenskap kring ämnet. Den kvalitativa metoden utgörs av forskningsintervjuer med relevanta aktörer för att analysera Lunds kommuns arbete med avfallshanteringen i Brunnshög och i övriga Lund.

### 2.1 Litteraturstudie

Studien inleddes med en litteraturstudie för att undersöka befintlig vetenskap kring Brunnshög och dess avfallslösning med sopsug och underjordiska behållare. Primära nationella liksom internationella källor har använts i studien där rapporter och artiklar inhämtats från sökdatabaserna LUB search, ([www.lub.lu.se](http://www.lub.lu.se)), Google Scholar, ([www.scholar.google.com](http://www.scholar.google.com)) och Web of Science ([www.webofscience.com](http://www.webofscience.com)). Övriga källor och artiklar har hämtats från myndigheters hemsidor, bland annat Naturvårdsverket, Avfall Sverige, Globala målen, Sveriges Riksdag, Lunds kommun som komplement till den vetenskapliga litteraturstudien. Sökord som använts är "Automated Vacuum Waste Collection", "Pneumatic waste collection system", "Automated Waste Collection System", "underground waste collection system" och "Sustainable vacuum waste collection". I studien har primärkällor använts. Ifall sekundära källor använts så är dessa kritiskt granskade och bedömda som pålitliga källor.

### 2.2 Kvalitativ metod

Den kvalitativa delen av arbetet utgörs av intervjuer och fältobservationer av sopsugen, terminalbyggnaden och de underjordiska behållarna samt intervjuer med företag och aktörer inom Lunds kommun. Fyra semistrukturerade kvalitativa intervjuer samt två fältobservationer genomfördes. Intervjuerna gjordes med Lunds kommun, Lunds renhållningsverk och Envac, det ledande företaget inom sopsug vars sopsugssystem installeras i Brunnshög. På grund av rådande Coronapandemi hölls intervjuerna digitalt. Intervjufrågorna var förutbestämda och skickades ut via

mejl i god tid före intervjuerna. Väl under intervjuerna presenterades frågorna som diskuterades ur olika perspektiv såsom källsorteringsgraden och användarperspektivet samt även ekologiska och geologiska perspektiv. Frågorna fokuserade främst på användarperspektivet och förbättringsåtgärder som antagits för avfallsinsamlingen i Brunnsnög, eventuella hinder, praktiska problem samt förutsättningar och utmaningar med avfallssystemen. Samma frågor ställdes till alla respondenter vilket gjorde att respondenterna kunde förmedla information utifrån egna kunskapsområden och erfarenheter. Intervjuerna hölls öppna för att ge möjlighet till respondenterna att uttrycka egna reflektioner samt vad de uppfattar som viktigt och av större betydelse. Sedan transkriberades intervjuerna och materialet jämfördes och analyserades parallellt med litteraturstudier för att besvara studiens frågeställningar.

För att få en uppfattning om hur sopsugssystem fungerar på plats och utmaningarna med avfallslösningen, genomfördes en fältobservation i Brunnsnög på ett informationsmöte för fastighetsägare som hölls av Lunds kommun och Envac (måndagen den 15:e november 2021 på Brunnsnögsgatan). På mötet höll aktörerna en genomgång om hur systemet fungerar och det fanns möjlighet att ställa frågor. Det gjordes även ett test av sopsugen med en gummiboll som slängdes ner i ett av inkasterna och skickades iväg till terminalen. Fältbesök gjordes även i terminalbyggnaden med guide och beskrivning av terminalens olika delar samt funktion. Här gavs även möjlighet för fotografering och bilderna som är tagna i Brunnsnög används i arbetet.

## 2.3 Avgränsningar

Studien är avgränsad till att undersöka avfallssystemet i stadsdelen Brunnsnög i Lunds kommun, som omfattas av stationärt sopsugssystem och underjordiska behållare. Övriga sopsugssystem såsom mobila sopsug och sopsug i andra kommuner inkluderas inte i min undersökning utan används endast som stöd och jämförelse i min studie. Motivationen till denna avgränsning är att sopsugssystemet i Brunnsnög är Lunds kommuns första stationära sopsug som installeras och som även kommer bli Sveriges största sopsugssystem, vilket gör Brunnsnög till ett stort fokusområde. Aktörer som är inkluderade i min undersökning är dels Envac som levererar och installerar systemet, dels Lunds kommun som handlat upp systemet samt ansvarar för underhåll av anläggningen.

## 2.4 Etisk reflektion

Enligt samtyckekravet har de personer som medverkar i intervjuerna blivit informerade i förhand att de måste ge sitt samtycke till att medverka i min studie och godkänna att materialet från intervjun diskuteras i min studie. Personer som givit ut personuppgifter ska skyddas på så sätt att enbart jag kan ta del av underlaget och inga andra obehöriga. All information ska endast användas till syftet med studien och inte vara underlag till någon annan studie eller undersökning.





## 3. Resultat

I följande kapitel presenteras det insamlade resultatet från fyra kvalitativa intervjuer som genomförts med fyra respondenter; projektchef på Lunds kommun (härefter kallad ”Kommun01”), projektledare på Lunds kommun (Kommun02), projektledare på Envac (Envac01) och Global hållbarhets- och kvalitetschef på Envac (Envac02). För en sammanställning av frågorna som ställdes till respondenterna i intervjuerna, se bilaga 1. Resultatet lyfter fram möjligheterna med sopsugssystemet samt utmaningarna med sopsugsbyggnationen i Brunnsnög. Vidare presenteras förbättringsåtgärder och förutsättningarna för framtida sopsugsanläggningar i Lunds kommun för att uppnå en ökad cirkularitet och källsorteringsgrad.

### 3.1 Miljövinster med ett stationärt sopsug i Brunnsnög

Ett flertal miljövinster och fördelar med sopsugssystemet som lyftes upp i intervjuerna var gemensamma för alla respondenter. Den främsta miljövinsten som diskuterades är minskningen av tung trafik då sopbilarna endast kör i utkanten av stadsdelen till sopsugsterminalen. Vidare minskas körsträckorna vid avfallsinsamlingen och därmed växthusgasutsläpp och trafikbuller liksom trafikrelaterade olyckor. Envac01 anser att det dessutom är en tidsfråga innan eldrivna sopbilar börjar användas vilket ytterligare skulle minska koldioxidutsläppen i Brunnsnög. Något som också elimineras enligt respondenterna är överfulla soptunnor i soprum och dålig lukt, skadedjur och ohyra, vilket därmed eliminerar spridningen av sjukdomar. Med det slutna sopsugssystemet uppnås en fräschare och tryggare avfallsinsamling jämfört med soprum som kan kännas otrygga och ohygieniska. När soprum ersätts av sopsugsinkast frigörs dessutom ytor till något mer värdefullt till exempel parker, lekplatser, verksamheter eller fler bostäder. Vidare förklarar respondenterna hur ett stationärt sopsug möjliggör bättre arbetsförhållanden utan tunga lyft och trånga ytor. Lastbilschaufförer behöver endast manuellt koppla på containern i sopsugsterminalen för att köra vidare till återvinningscentraler.

## 3.2 Utvecklingspotentialer

En annan aspekt som diskuterades i intervjuerna är utvecklingspotentialer med sopsugen. Sopsugen är automatiserad och tekniskt styrd, till skillnad från underjordiska behållare, vilket möjliggör större utvecklingspotentialer för sopsugen. Envac02 ser flera möjligheter med sopsugen samt ny teknik och konfiguration. Ett exempel är ersättning av äldre fraktioner med nya då det är möjligt att byta ut sopsugsinkast för tidningar som var aktuella för 20 år sedan med nya aktuella fraktioner, något respondenten menar kommer inträffa på flera sopsugsanläggningar i Sverige. Respondenterna från både Lunds kommun och Envac är överens om att nästa steg är att utveckla sopsugen för att hantera alla fraktioner. Envac01 förklarar att fler sopsugsinkast går att tillsättas och systemet kan byggas ut och göras större efterhand, problematiken ligger dock i att metaller och glas sliter för hårt på sopsugsledningarna och slängs därmed i de underjordiska behållarna. Vidare förklarar Envac01 att trycket blir så pass stort när soporna transporteras i 70 km/h att avfallspåsarna oftast transporteras i mitten av de raka sopsugsledningarna. Största problemet med transporten av glasfraktionen uppstår i böjar där glaset slår i för hårt och sliter som allra mest. I Envacs sopsugsledningar dimensioneras det alltid med 8 % glas i fraktionerna. Det pågår tester och experiment av Envac där glasfraktionen krossats sönder innan det sugas iväg för att göra det mer friktionsfritt i sopsugsledningarna och framförallt i rörböjar (Envac01).

### 3.2.1 Utvecklingen av nya sopsugsledningar för flera fraktioner

I Bellakvarter, ett nytt Köpenhamnskvarter, har Envac utvecklat en ny sopsugsanläggning som är den första i världen att hantera fem fraktioner, vilka är papper, kartong, plast, rest- och matavfall (Envac02). Genom att utveckla fler sopsugsinkast för fraktioner som idag slängs i underjordiska behållare, minskar risken för felsortering. Sopsugsinkasten måste placeras inom 50 meter från bostadsentréerna medan underjordiska behållare kan placeras längre ifrån, upp till 200 meter från bostadsentréerna. Kommun02 menar att då boende i området måste källsortera sitt avfall på två olika ställen finns risken att avfall, främst metall och glas som ska slängas i underjordiska behållare istället hamnar i sopsugen. En rimlig anledning till detta menar Kommun02 är längre avstånd till underjordiska behållarna än vad det är till sopsugsinkasten. Vidare lyfter Kommun02 fram en tilläggslösning som finns i Bergen i Norge där sopsugen har speciella nedkast med dokumentförstörare som gör stora kartonger hanterbara och funderingar kring denna lösning finns även i Brunnshög.

### 3.2.2 Införandet av belöningsystem

Kommun01 hade gärna sett att ett belöningsystem infördes i Brunnsnäs där boende blir belönade vid inlämning av metaller och textilier. Kommun01 menar att textilier och metaller har ett stort värde som ständigt ökar och att införandet av urban mining kan öka källsorteringsgraden samt fungera som ett verktyg för cirkulär ekonomi. Genom att ta tillvara på och återanvända metaller som redan utvunnits ur jordskorpan, behöver metaller inte utvinnas i lika stor utsträckning, menar Kommun01, och på så sätt uppnås ytterligare cirkuläritet i Brunnsnäs. Även Kommun02 nämner textihantering och anser att det kommer bli väldigt aktuellt inom de kommande åren.

### 3.2.3 Digitalisering och artificiell intelligens

En annan utvecklingsmöjlighet med sopsugen som respondenterna från Envac fokuserade mycket på under intervjun är digitaliseringsfunktioner och implementering av artificiell intelligens, AI, vilket gör systemet anpassningsbart och självlärande för att optimera inkaststömningen. Respondenterna från Envac lyfte upp ReFlow, en nylanserad digitaliseringsfunktion som kan installeras i inkasten. ReFlow är ett sätt att kommunicera med slutanvändaren och förmedla feedback på källsorteringsgraden samt hur deras insats möjliggör för staden att uppnå återvinningsmålen. Vidare förklarar respondenterna hur boende får informationen digitalt på mobilen eller på skärmar i trappuppgångar om hur källsorteringen kan förbättras samt var avfallet kan slängas om ett inkast skulle bli fullt innan tömningstiderna. En annan digitaliseringsmöjlighet med sopsugen som alla respondenterna nämnde i intervjuerna är inkastkonfigurationer med smarta öppningar som genom ett taggsystem, QR-kod på mobilen eller liknande, identifierar slutanvändaren i bostäderna. I intervjun med Envac finns en del tekniska lösningar som Envac skulle vilja införa i systemet, bland annat hydraulisk låsning på containrarna i terminalen, detta så chauffören som ska hämta containern inte behöver spärra av containern manuellt utan låsningen och öppningen sker helt automatiskt. Respondenterna från Envac förklarar vidare att verksamheter och fler boende kan anslutas till sopsugssystemet, vilket underjordiska behållare inte kan hantera i samma utsträckning, dels då verksamheter kräver egen avfallsinsamling, oftast kärtsystem. Respondenterna från Envac förklarar även hur tilläggslösningar i sopinkasten gör det möjligt för större verksamheter att använda sopsugen. Nuvarande inkast har en öppning på 40 x 40 cm och en låsning då större inkast inte är tillåtna att ha öppet åt allmänheten på grund av säkerhetsskäl.

## 3.3 Utmaningarna med sopsugsbyggnationen i Brunnsnög

### 3.3.1 Trånga ytor i marken vid ledningsdragning

En stor utmaning som både Kommun01 och Kommun02 lyfter upp i intervjuerna är planeringen av ledningarna under marken. För sopsugssystemet i Brunnsnög får ledningarna från sopsugsinkasten maximalt stäcka sig upp till 2,5 km från terminalen, då fläktpumparna har en maximal kapacitet att suga soporna från ett avstånd på 2,5 km (Kommun02). Förutom sopsugsledningar ska även ledningar för bland annat el, tele, opto, fjärrvärme och VA läggas ner och rören ska helst vara så raka som möjligt för att motverka slitage i rörböjar (Kommun02). Kommun01 förklarar hur de trånga ytorna i marken har medfört svårigheter med ledningsdragning i marken. För att motverka faror från ras när byggarbetare placerar rören samt att få på sig det heta vattnet i fjärrvärmerören, har nya arbetarskyddsföreskrifter införts som kräver mer flacka slänter vid ledningsdragning, förklarar Kommun01. Förut kunde arbetarna gräva med ganska branta slänter vilket möjliggjorde snabbare nedgrävning samt placering av ledningarna närmare varandra. Ledningsdragning med flacka slänter innebär att rören inte har kunnat placeras lika tätt, vilket tillsammans med det trånga utrymmet i marken och det begränsade avståndet på sopsugsrören, medfört en stor utmaning med ledningsdragningen. Både Kommun01 och Kommun02 uttrycker att ledningarna i Brunnsnög därför har fått bestämma gatubredder. Vid traditionell stadsplanering bestäms gator utifrån trafiken och sedan planeras ledningarna in (Kommun01). Kommun01 berättar vidare att det oftast inte förekommer några större problem i andra byggnadsprojekt med att få ned alla ledningarna i marken medan det i Brunnsnög varit ytterst problematiskt. En konsekvens av detta är att det har varit omöjligt att få plats med antalet önskade träd på vissa gator (Kommun01). Om fler träd ska planeras in måste gatan breddas vilket minskar exploateringsstätheten och mer åkermark går till anspråk för att bygga lika många lägenheter, förklarar Kommun02. Det landar oftast i en avvägning som kommunen behöver göra, antingen att bygga tätt och spara på åkermark eller att få in mer grönska (Kommun01). I Brunnsnög har det planerats in träd på vissa gator och i parker koncentreras istället växtligheten (Kommun02).

### 3.3.2 Dimensionering av sopsugen

I intervjuerna framgår det gemensamt för Lunds kommun och Envac att dimensioneringen av sopsugen var en av de tuffaste utmaningarna med byggnationen. I Brunnsnög kommer systemet tömma sopinkastens lagringsutrymme två gånger om dagen där matavfallet först sugs iväg, sedan restavfallet som städar upp efter matavfallet i huvudsugledningen och slutligen papper- och plastavfallet (Kommun02). Kommun02 förklarar tömningsprocessen där tömningen av lagringsutrymmet ungefär tar en minut och en sund drifttid för Envacs pumpfläktar i terminalen är 10 timmar om dygnet. Maximala antalet sopinkast kan utifrån drifttiden beräknas till 300 inkast. Ju fler fraktioner systemet hanterar desto mer förbrukas av fläktkapaciteten (Kommun02). Den begränsade driftkapaciteten har medfört en utmaning vid dimensioneringen av sopsugen och eftersom inkasten är väldigt dyra och kostar ungefär 125 000 kronor per inkast, har kommunen inte råd med att överdimensionera. Minst lika viktigt är det att inte underdimensionera då sopsugssystemet ska förse hela Brunnsnög med tillräckligt många inkast (Kommun02). Dimensioneringen skiljer sig åt för sopsugssystemet och underjordiska behållare och Kommun02 förklarar hur sopsugen måste dimensioneras på rätt sätt på grund av den begränsade drifttiden. Underjordiska behållare kräver inte dimensionering på samma sätt. Skulle avfallet hanteras av endast underjordiska behållare blir dimensioneringen av antalet underjordiska behållare inte den främsta faktorn att ta hänsyn till vid planeringen utan beräkningar görs istället på antalet kranbilar och utrymme som krävs i området för tömning av befintliga underjordiska behållare i stadsdelen (Kommun02).

### 3.3.3 Förändring av bruttoarea

Ytterligare en utmaning som Kommun02 uppmärksammar i intervjun är förändringen av bruttoarean (BTA), vilket är den sammanlagda arean av alla våningsplan i en byggnad som fastighetsägarna bebygger på tomten. När kommunen säljer tomterna till fastighetsägarna är denna yta känd. Däremot har informationen från fastighetsägarna till kommunen förändrats vid flera tillfällen gällande vad som ska byggas på fastigheterna eller förändring av den totala ytan som ska bebyggas (Kommun02). Antalet boende eller vilken typ av verksamhet som bedrivs i området, har ett samband med mängden avfall som genereras, vilket i sin tur påverkar dimensioneringen av antalet inkast (Kommun02). Fastigheter med fler boende har fått ytterligare två inkast för mat- och restavfall då lagringsutrymme under sopinkasten ska vara tillräckligt för hushållens avfallsmängder (Kommun02).

Det har också uppkommit svårigheter med dimensioneringen när fastighetsägare ändrat sina beslut från att i början ha valt att bygga exempelvis 50 lägenheter, till att istället bygga 80 lägenheter i samma byggnad (Kommun02). På

vissa ställen där ett visst antal nedkast placerats ut har BTA förändrats då fastighetsägaren valt att bygga mindre lägenheter i byggnaden, vilket innebär att fler människor kommer kunna flytta in i fastigheten (Kommun02). Under sådana förändrade omständigheter har kommunen tvingats bygga om och göra justeringar på rören under marken och då har staten behövt ge bidrag åt kommunen (Kommun02). Enligt Kommun02 återkommer samma fastighetsägare flera gånger till Brunnsnäs, så när nästa fastighetsbyggnation ska påbörjas har både kommunen och fastighetsägarna fått mer erfarenhet från tidigare projekt. Detta har resulterat i ett underlättat arbete och bättre kommunikation mellan kommunen och fastighetsägarna.

Vanligtvis tillhandahåller kommuner ledningar fram till fastighetsgränserna och därifrån får fastighetsägaren ansvara för kostnaderna för sopsugsrören samt antal inkast inne på tomten (Kommun02). Om överenskommelsen hade varit sådan i Brunnsnäs hade kommunen sluppit mycket av problematiken med under- eller överdimensionering i efterhand samt att tvingas bygga om då BTA förändras under byggnationens gång, menar Kommun02. Ansvaret skulle då ligga på fastighetsägarna istället (Kommun02).

### **3.3.4 Liten och begränsad marknad**

Respondenterna från Envac och Kommun02 lyfter upp en annan omfattande utmaning med sopsugen, vilket är den begränsade sopsugsmarknaden med endast tre aktörer som levererar sopsugssystem. När Lunds kommun valde att handla upp systemet år 2016 vann en av de få aktörerna den offentliga upphandlingen (respondenterna från Envac). Däremot gick aktören i ett senare skede i rekonstruktion efter en del byggande i Södra Brunnsnäs. Envac, den efterträdande aktören, berättar om problematiken som uppstod när de tog över byggnationen år 2018. För Envac låg den största problematiken med sopsugsbyggnationen i kopplingen emellan deras och tidigare aktörs teknik och utrustning (respondenterna från Envac). Envac byggde en rörstreck för att koppla samman terminalen med systemet i Södra Brunnsnäs och svårigheter uppstod vid anpassningen av gränssnittet emellan Envacs inkast och tidigare aktörs inkast. Även automationsmässigt och styrmässigt förekommer skillnader i gränssnitten. En annan problematik enligt Envac som uppkommit under byggnationens gång är terminalen som är byggd och designad utifrån tidigare aktörs utrustning och teknik. Envac har därav fått anpassa sig efter utrymmet i terminalen.

Då konkurrensmarknaden är väldigt begränsad med få aktörer att förhandla med, vilka dessutom har skild teknik och olika arbetssätt, medför detta en osäkerhet för kommunen vid val av aktör under den offentliga upphandlingen, menar Kommun02. Dessutom blir priserna väldigt dyra när det förekommer få aktörer att förhandla med. Envac02 berättar att den begränsade sopsugsmarknaden å andra sidan är en nisch i avfallshanteringen vilket innebär att alla konkurrenter är

beroende av varande i att leverera ett bra system för att kunna föra sopsugstekniken och ryktet om sopsugsbranschen framåt.

### 3.4 Användarperspektivet och åtgärder för en ökad källsorteringsgrad

Plockanalyser av svenska hushålls mat- och restavfall har visat att källsorteringsgraden och renheten för matavfall från lägenhetshushåll är högre i kärldsystem jämfört med underjordiska behållare och sopsugssystem (Avfall Sverige, 2016). Nedan presenteras olika åtgärder som respondenterna anser kan öka källsorteringsgraden och minska risken för felsortering i Brunnsnög. I intervjun med Envac01 förklaras hur begränsningsringarna i inkasten kan minska risken för felsortering. Begränsningsringarna motverkar att boende slänger ner större påsar osorterat avfall. Andra åtgärder som lyfts upp av båda respondenterna från Envac är att placera sopsugsinkasten på utsidan av bostäderna nära fönstren, vilket gör att boende som kommer med en fraktion som inte ska slängas i sopsugen exponeras för andra. Envac02 anser att tillgängligheten är nyckeln till en bra utsortering och menar att människor börjar slarva med källsorteringen om exempelvis återvinningsrum tas bort och det inte kvarstår något i närheten av bostaden. Vidare förklarar respondenten att placering av inkasten och underjordiska behållarna så nära fastigheterna som möjligt ökar tillgängligheten och möjligheten att källsortera sitt avfall. För att öka tillgängligheten har Lunds kommun valt att sopsugssystemet i Brunnsnög ska hantera fyra fraktioner, vilket gör systemet till den anläggning i Sverige som hanterar flest fraktioner; övriga svenska anläggningar hanterar tre fraktioner (Kommun01).

En intressant funktion med ReFlow som respondenterna från Envac lyfter fram är möjligheten att hyra ut och dela utrustning och verktyg mellan hushållen i fastigheterna vilket minskar behovet av nya inköp. Respondenterna från Envac ser gärna att kommunen i framtiden väljer att implementera ReFlow i efterhand samt vid installation av framtida sopsugsanläggningar. ReFlow är ett verktyg med cirkuläritet i fokus som kan öka och upplysa om sopsugssystemet samt källsorteringsgraden i Brunnsnög.

Det pågår även experiment med att väga sopor, vilket exempelvis kan användas för statistik eller att styra en taxa för att förändra källsorteringsbeteendet för hushållet (Kommun02). Taxan kan sättas på lägenhetsnivå så att det betalas för det som konsumeras, metoden ”pay as you throw” (Kommun02). I ett tidigare sopsugsprojekt i Västra hamnen i Malmö som Kommun01 varit insatt i, tittade forskare närmare på vad som fick människor att ändra källsorteringsbeteendet. Hushållen i området fick en lägre soptaxa om mindre restavfall lämnades in och när boende fick råd med högre soptaxa tack vare



löneförhöjningar minskade deras motivation för källsortering varpå källsorteringsgraden påverkades (Kommun01). Intressant är att i ett annat område där samvete, miljö och hållbarhet värdesattes, fortsatte människorna med källsorteringen trots löneförhöjningar.

Samtliga respondenter poängterar vikten av att upplysa om korrekt källsortering. Genom att sopsugsaktörer bland annat Envac, Lunds kommun samt renhållningsverket anordnar i informationsmöten för boende och fastighetsägare, där terminalen och inkasten visas upp, ökar kännedomen om det komplexa sopsugssystemet samt konsekvenserna av felsortering. Envac02 menar att en stor andel av de boende inte är medvetna om att det är ett sopsugssystem som de slänger ner soporna i och anser att sådana informationsmöten är väsentliga för att skapa en större förståelse samt öka intresset bland invånarna för även andra hållbara system i Brunnsög. Kommun01 betonar även vikten av tydligt märkta inkast med lättförståeliga symboler, vilket gör systemet lättanvänt även för de som inte förstår språket.

### 3.5 Förutsättningarna för framtida installationer av sopsugsanläggningar

Respondenterna ser en framtid för sopsugsanläggningar i nya större stadsdelar där trafiken inne i bostadsområden kan befrias från sopbilar och därmed minska trafikstockningar och växthusutsläpp markant. Därmed uppnås störst fördelar med sopsugen i stora stadsutvecklingsprojekt där det byggs stort, tätt och högt (Envac och Lunds kommun). I Lunds kommun finns goda geologiska och ekologiska förutsättningar för sopsugsbyggnation; Skånes mjuka berggrund gör att ingen berggrundssprängning krävs i Lund för ledningsdragning, däremot behöver grundvattnet undersökas närmare, menar respondenterna från Envac och Kommun02. Det kan förekomma grundvatten i områden där rör ska läggas ner vilket kan påverka galvaniska strömmar, dock är grundvattnet ingenting som haft en direkt påverkan i Brunnsög. Dessutom råder inga problem med rotinträngning berättar Kommun01 som lyfter fram en teknik mot rotinträngning där kanter placeras på ett sätt som inte förstör rören.

Enligt respondenterna väljs sopsugssystem alltmer vid upprättandet av större bostadsområden, flygplatser, inne i större städer samt sjukhus, kombinerat med underjordiska behållare för de fraktioner som sopsugen inte kan hantera. Lunds kommun som satsar mycket på miljö och hållbarhet ser sopsugen som ett sätt att uppnå miljövinster. Envac01 uttrycker att Lund är en väldigt expansiv kommun och att sopsug diskuteras som avfallsinsamlingsalternativ i andra områden som ska utvecklas i framtiden i Lund. Respondenterna från Lunds kommun anser att sopsug är ett högst tänkbart alternativ vid val av avfallsinsamlingsmetod, dock

är systemet väldigt dyrt och sådana stora investeringar behöver kommunen överväga noga. Då sopsugssystem är väldigt resurskrävande är det mest ekonomiskt fördelaktigt om de byggs i stora stadsutvecklingsprojekt med nybyggnationer från grunden, där sopsugsrören läggs ner i marken samtidigt som andra ledningar.

### 3.6 Förbättringsåtgärder

Erfarenheterna från Brunnsnshög har fått kommunen att ändra sitt sätt att planera byggprocesser med sopsugssystem; nu kontaktar kommunen fastighetsägarna i ett tidigt skede för att stämma av och påpekar vikten av att fastighetsägare tidigt meddelar kommunen om de planerar förändringar, exempelvis i antalet lägenheter (Kommun02). I framtida stadsbyggnadsprojekt vill kommunen bestämma placeringen av inkasten tidigare, då det inte varit möjligt att placera ut dessa fritt i Brunnsnshög på grund av problematiken med ledningsdragningen (Kommun01). Envac01 lyfter fram en teknisk lösning med hydraulisk låsning på containrarna i terminalen som kan öka automationen i systemet ytterligare, där lastbilschauffören som ska lasta på den fulla containern inte behöver spänna av containern manuellt utan detta sker automatiskt. Önskvärt för framtiden i Brunnsnshög enligt respondenterna från Envac är installationen av ReFlow i systemet likaså ett taggssystem med låsfunktion för de befintliga sopsugsinkasten i Södra Brunnsnshög som står klara för användning.



## 4. Diskussion

Studiens resultat visar att sopsugen relateras med flera hållbarhetstermer, däribland återanvändning, cirkularitet och teknikutveckling. Utifrån befintlig vetenskap går det att konstatera att ett stationärt sopsugssystem utgör en utmärkt avfallsinsamlingsmetod med en kontrollerad och trygg driftsäkerhet som tar itu med klimatutmaningen samt många av dagens miljö- och hälsoproblem (Laurent et al., 2014; Widell & Svensson, 2017). Lunds kommuns övergripande mål inom konsumtion och produktion är att det år 2030 ska konsumeras och produceras mer cirkulärt inom kommunen (Lunds kommun, 2021c). Fortsatta satsningar på gröna investeringar är ett av delmålen inom konsumtion och produktion (Lunds kommun, 2021c). Ett hållbarhetsmål som antagits för Brunnsnäs är Tredjedelsmålet där fotgängare samt cyklister är utgångspunkten i trafikplaneringen (Rosvall & Larsson, 2020). Målet syftar till att cykel eller kollektivtrafiken ska utgöra två tredjedelar av trafiken i stadsdelen (Rosvall & Larsson, 2020). Ett sopsugssystem kan bidra till att uppnå det målet, då körsträckan och tiden som avfallsfordonet spenderar i området minskar markant, partikelutsläppen endast motsvarar 3 % av bidraget från konventionell avfallsinsamling och koldioxidutsläpp samt trafikolyckor minskar markant (Widell & Svensson, 2017). En aspekt som både Benardos & Kaliampakos (2013) och respondenterna tar upp är ökad resiliens i expanderade städer, både mot klimatförändringar och tuffa väderförhållanden samt mot sjukdomar från skadedjur och ohyra som elimineras med underjordiska avfallssystem. Minskning av tung trafik, koldioxidutsläpp och buller i stadsdelen är andra positiva miljöaspekter som togs upp av alla respondenter, likaså av Nakou et al. (2014) samt Teerioja et al. (2012) som den främsta miljövinsten med ett stationärt sopsugssystem. Envac02 uttrycker att *”traditionell avfallshantering inte kommer vara hållbart i framtiden och något annat än traditionell avfallshantering måste utvecklas om den här expansionen fortsätter”*.

År 2015 började södra Brunnsnäs anläggas följt av byggnationen av Centrala Brunnsnäs som planeras vara färdigställt år 2030 (Rosvall & Larsson). Att Lunds kommun bygger Sveriges största och kommunens första stationära sopsugsanläggning samtidigt som det råder en pandemi har möjligen försvårat och fördröjt arbetet, menar Kommun01. Sopsugen var planerat att startas i gång i början av hösten 2021 medan startdatumet fördröjts till våren 2022.

## 4.1 Ekonomiska aspekter

Enligt samtliga respondenter finns goda förutsättningar för fler sopsugsanläggningar i andra ut- och nybyggnationer i kommunen. Respondenterna menar att mjuka leror i berggrunden i Skåne och inga större problem med grundvattnet underlättar byggnationen i Brunnshög. Vidare råder inga större problem med rotinträngningar från träden, då rören har en utvändig beläggning av plast som förhindrar korrosion (Kommun01). Enligt Teerioja et al. (2012) har ett underjordiskt insamlingssystem en kostnadsnackdel jämfört med traditionell insamling från dörr till dörr och är upp till sex gånger dyrare, när området är litet samt glest befolkat med låg avfallsgenerering (Teerioja et al., 2012). Miller et al. (2014) menar att även om sopsugssystemet erbjuder flera fördelar i termer av tjänstekvalitet och livskvalitet, kommer kostnader och energieffektiviteten i förhållande till den traditionella insamlingsmetoden att bero på specifika lokala omständigheter där sopsug inte alltid kommer utgöra en lämplig lösning i alla fall (Miller et al., 2014). Detta håller även respondenterna från Lunds kommun och Envac med om. De menar att i tätbefolkade områden där de ekonomiska samt miljömässiga kostnaderna för lastbilsinsamling är höga, kan det kan vara särskilt fördelaktigt med sopsug för optimering och effektivisering av avfallsinsamlingen. Teerioja et al. (2012) och respondenterna drar samma slutsats att ett stationärt sopsugssystem är ett högst tänkbart alternativ vid upprättandet av ett nytt bostadsområde. Samtliga respondenter menar att sopsugssystemet är mer ekonomisk fördelaktigt på lång sikt och ger mer vinning miljömässigt än traditionella insamlingssystem. På lucktomter och i befintliga områden är det bättre med kärll- och underjordiska behållare, då det inte är ekonomiskt fördelaktigt att schakta upp för endast sopsugledningar i befintliga områden. Teerioja et al. (2012) och respondenterna delar uppfattningen att ledningsdragningen landar i en samordningsfråga med andra aktörer som ska lägga ner rör för el, tele, opto, fjärrvärme och VA i marken samtidigt.

Något som Nakou et al. (2014) uttrycker i sin studie som intervjupersonerna inte tog upp är möjligheten att minska kostnaderna för att montera sopsugssystemet i befintliga tätbefolkade bostadsområden. Nakou et al. (2014) menar att det även är möjligt och relativt billigt att bygga sopsugssystem i bebyggda områden genom att använda befintliga transportinfrastrukturer såsom tunnelbanor, övriga tunnlar, järnvägs- och motorvägsviadukter för att dra sopsugsledningarna, snarare än att schakta upp nya tunnlar för detta ändamål

Både Nakou et al., (2014) och respondenterna menar att sopsugssystem förväntas dominera i områden med kommunal avfallsinsamling under de kommande åren, särskilt i nya tätbefolkade stadsområden eller i stadsutbyggnadsprojekt. Enligt Teerioja et al. (2021) ökar kostnaderna för avfallsinsamling i nya bostadsområden på grund av nya lagar och krav som gäller

på bland annat större och mer bekväma avfallsutrymmen. Detta är en aspekt som även Kommun01 tog upp i intervjun när det kommer till byggnationen med schaktning samt ledningsdragning där nya arbetarskyddsföreskrifter behöver följas. En fördel med ett stationärt sopsugssystem som både Teerioja et al. (2012) och respondenterna nämner är att det besparade utrymmet från soprum samt dylik avfallsinsamlingsverksamhet kan användas till något mer värdefullt, såsom lekplatser och parker där växtligheten ökar (Teerioja et al., 2012). Envac02 drar slutsatsen att då behovet av tung trafik inte uppkommer med sopsug, krävs inte dimensionering av vägar rent bärkraftsmässigt på samma nivå, därmed är sopsugen ekonomiskt fördelaktigt långsiktigt och ger mer vinning miljömässigt jämfört med traditionell avfallsinsamling.

## 4.2 Utmaningarna med sopsugsbyggnationen i Brunnsög

En aspekt som denna studie lyfter upp som tidigare vetenskap inte undersökt närmare är hinder och utmaningar som föreligger med själva sopsugsbyggnationen, främst med dimensioneringen av systemet och förändringen av BTA. Att sopsugssystemet ägs av Lunds kommun och byggs på kommunalägd mark har inneburit flera utmaningar med planeringen och byggnationen av systemet, menar Kommun01. I intervjun med Lunds kommun uttrycker både Kommun01 och Kommun02 att den största svårigheten med sopsugsbyggnationen har varit dimensioneringen av antalet inkast till följd av förändrad BTA på fastigheterna. Detta har resulterat i att kommunen fått planera och bygga om i efterhand för omplacering av sopsugsinkasten med nya ledningsdragningar i marken. Dessutom har trånga utrymme i marken resulterat i svårigheter med ledningsdragningen och att ledningarna utgjort en dimensionerande faktor på ett helt annat sätt i Brunnsög än i tidigare byggnadsprojekt.

Envac upplevde istället att den största svårigheten för dem var att anpassa gränssnittet mellan sin och tidigare aktörs utrustning som färdigställt en del av byggnationen i Södra Brunnsög. Enligt Envac01 har detta medfört att Envac delvis fått anpassa sin utrustning och teknik till tidigare aktörs utrustning och gränssnitt. För Lunds kommun har den offentliga upphandlingsbiten varit en annan stor utmaning med systemet där kommunen haft få aktörer att förhandla med, vilka dessutom har skild teknik, menar Kommun01. En liten och begränsad marknad med få aktörer att förhandla med som levererar och bygger systemet innebär höga investeringskostnader för kommunen (Kommun02). Utifrån intervjuundersökningen sker det en positiv utveckling och breddning av sopsugssystemet med digitalisering och artificiell intelligens vilket resulterar i ett mer självlärande system. Digitalisering och artificiell intelligens möjliggör för

systemet att optimera och effektivisera tömningen samt hela systemet. Envac01 menar att höga investeringskostnader hämmar implementering av fler digitaliseringsfunktioner även om samtliga respondenter gärna hade velat implementera in flera funktioner i systemet.

### 4.3 Ökad cirkuläritet

Olika åtgärder kan vidtas för att förbättra och effektivisera systemet och användarperspektivet samt öka källsorteringsgraden. Kommun02 påstår att nästa utvecklingssteg i sopsugen är digitalisering och artificiell intelligens som gör systemet mer anpassningsbart samt lösningar som gör sopsugssystemet billigare. Digitaliseringsmöjligheter med sopsugen som både respondenterna och Hidalgo et al. (2018) lyfter fram är inkastkonfigurationer med smarta öppningar som identifierar slutanvändaren i bostäderna med ett taggsystem eller liknande, samt vägning av soporna i inkasten exempelvis för att kunna styra en taxa som möjligen kan driva källsorteringen hos slutanvändaren. I intervjun med Envac nämner projektledaren en "light version" av denna funktion då användaren efter ett visst antal öppningar av luckan i månaden blir debiterad extra för att slänga soporna, vilket även blir ett incitament för att minska matsvinnet. Inkast med låsfunktioner är även en säkerhetsfråga där endast boende i området kan slänga avfallet i inkasten. Ett annat sätt som möjligtvis kan leda avfallshanteringen i en hållbar riktning är genomförandet av "pay-as-you-throw" metoden som Kommun01 liksom Hidalgo et al. (2018) i sin studie, lyfter fram. Denna metod innebär att slutanvändaren debiteras en taxa baserat på hur mycket avfall som lämnas i inkasten (Hidalgo et al., 2018). Däremot menar Kommun01 att denna ekonomiska motivation med implementering av en soptaxa eller liknande ekonomiska styrmedel, kan vara mindre lyckat då källsorteringen i stället kommer styras av pengar och inte längre utgör en självklarhet för människor att vårda jorden samt våra värdefulla resurser. Kommun01 menar vidare att människan måste drivas av något ideellt och då är denne beredd att ändra livsstil. Ett annat sätt att leda avfallshanteringen i en hållbar riktning är att installera in den nylanserade ReFlow-digitaliseringen i systemet, vilket respondenterna från Envac anser kunna öka cirkuläriteten i Brunnsnäs med avläsning av värdefull information för både fastighetsägarna och boende. Detta menar Envac02 kan öka engagemanget för källsortering och förståelsen för cirkulär ekonomi. Alla respondenterna anser att nästa steg i sopsugstekniken är främst utvecklingen av fler fraktioner som sopsugsledningarna kan hantera. Kommun01 anser att utvecklingen av sopinkast för metaller kan vara ett verktyg för Urban Mining i Brunnsnäs. Genom att ta vara på och återanvända metaller som redan utvunnits ur jordskorpan, behöver metaller inte utvinnas i lika stor utsträckning menar Kommun01 och på så sätt uppnås ytterligare cirkuläritet i Brunnsnäs. Som samtliga respondenter tidigare nämnt kan sopsugen dessutom kombineras med ett

belöningsystem vilket även Hidalgo et al. (2018) påstår i sin studie. Kommun01 uttrycker att ett belöningsystem för medborgarnas återvinningsinsatser kan göra systemet mer ”nudging”, en knuff i rätt riktning. Kommun01 ser även att värdet på textilier ständigt ökar och att insamlingsverksamheter av textilier har en ljus framtid.

## 4.4 Framtida studier

Stationära sopsugssystem har stor utvecklingspotential med ny teknik och smarta automatiserade funktioner. Hur mycket sopsugssystemet kan minska de eventuella negativa effekterna från avfallsinsamlingen i Brunnsnäs kvarstår för framtida studier att beräkna i en fallstudie. Studier behöver även göras på hur väl systemet fungerar när systemet tas i drift under 2022 och vilka åtgärder som kan vidtas därefter. Som tidigare nämnt i studien är sopsugssystemet en stor investering för kommunen och respondenterna menar att nästa utvecklingssteg förutom AI, är att göra sopsugssystemet samt tekniken billigare på olika sätt. Den avsevärt lägre driftskostnaden som uppnås med detta system är en viktig egenskap, detta menar även Nakou et al. (2014) i sin studie. Om teknisk utveckling kan sänka investerings- samt driftkostnaderna exempelvis genom en mer energieffektiv teknik och billigare material, kan stora besparingar uppnås (Nakou et al., 2014). Kommun02 menar även att lösningar behöver utvecklas som gör sopsugen och tekniken billigare på olika sätt.

En slutsats från denna studie är att den ekonomiska aspekten är komplex och behöver undersökas närmare. Utifrån intervjuundersökningen och befintlig vetenskap är sopsugen ekonomiskt fördelaktigt långsiktigt i nya större stadsdelar som upprättas från grunden. Däremot krävs mer forskning för att beräkna återbetalningstiden och kvantifiera potentiella besparingar i Brunnsnäs, alltifrån minskade trafikstockningar, trafikrelaterade olyckor, slitage på trottoarer, utsläpp av dieselpartiklar, minskat behov av avfallsutrymme och likaså minskat behov av arbetskraft. Huruvida och hur mycket besparingar som kan göras för att uppnå lägre investeringskostnader kvarstår för framtida studier att undersöka.





## 5. Slutsats

### *Möjligheter med det stationära sopsugssystemet*

- Studien visar att ett stationärt sopsugssystem ger miljömässiga vinster och bidrar till att Lunds kommun kan uppnå miljö- och klimatmålen samt hållbarhetsmålen för Brunnshög.
- Ett stationärt sopsugssystem resulterar i en ökad resiliens i städer som gör avfallsinsamlingen motståndskraftig mot klimatförändringar. Framförallt anses sopsugen kunna bidra till en ökad cirkulär ekonomi.
- Varje avfallsinsamlingssystem har sina fördelar under vissa förutsättningar, därav krävs en kombination av insamlingssystemen för olika avfall under olika omständigheter.

### *Hinder och problematik*

- För Lunds kommun är de tre största identifierade hindren med sopsugssystemet i Brunnshög svårigheter med dimensioneringen av antalet inkast på grund av förändrad BTA, ledningsdragnings i marken och få aktörer att välja bland vid den offentliga upphandlingen.
- Den största problematiken för Envac innefattar anpassning av gränssnittet mellan Envacs utrustning och tidigare aktörs utrustning som färdigställt en del av byggnationen i Södra Brunnshög.

### *Förbättringsåtgärder och utvecklingsområden*

- De förbättringsåtgärder som uppmärksammades i studien berörde främst en förbättrad kommunikation mellan fastighetsägarna och Lunds kommun för att förhindra problematiken med dimensioneringen och ledningsdragnings som uppstått i Brunnshög.
- Tekniska lösningar som studien lyfter upp omfattade breddning inom digitalisering, framförallt ReFlow och AI som står i framkanten av teknisk utveckling.
- Respondenterna ser en ljus framtid för större insamlingsverksamheter av textilier och metaller för en ökad cirkulär ekonomi i stadsdelen.

*Förutsättningarna för framtida installationer av sopsugsanläggningar i Lunds kommun*

- Sopsugssystemet har god utbredningspotential och är ett högst tänkbar alternativ vid val av avfallsinsamlingsmetod i nya stadsutvecklingsprojekt, förutsatt att det byggs stort med tät exploateringsgrad.
- Framtiden för sopsugen är automatisk samt datadriven.
- Miljövinsterna som erhålls av sopsugen är de drivande krafterna bakom implementeringen av sopsugsanläggningar i nya större stadsutvecklingsprojekt.
- Lunds kommun är väldigt positiv till sopsugssystemet. Då behovet av tung trafik inte uppkommer med sopsug, behöver vägar inte dimensioneras för tunga fordon rent bärkraftsmässigt på samma sätt som med resterande insamlingssystem. Därmed blir sopsugssystemet mer ekonomiskt fördelaktigt långsiktigt.

# Tack

Jag vill tacka min handledare Hanna Fors som stöttat mig genom hela uppsatsgenomförandet med inspirerande och nya synvinklar. Jag vill även tacka intervjupersonerna från Lunds kommun samt Envac för sitt engagemang och medverkan i studiens intervjuer. Slutligen vill jag tacka min familj för sitt stöd och stora intresse i arbetet.



# Referenser

Avfall Sverige. (2021). *Svensk avfallshantering 2020*.

<https://www.avfallsverige.se/avfallshantering/avfallsfakta/svensk-avfallshantering/>  
(Hämtad 2021-10-05)

Avfall Sverige. (2016). *Vad slänger hushållen i soppåsen?*

<https://www.avfallsverige.se/kunskapsbanken/rapporter/rapportera/article/vad-slanger-hushallen-i-soppasen/> (Hämtad 2021-11-04)

Benardos, A., & Kaliampakos, D. (2013). Underground Solutions for Urban Waste Management: Status and Perspectives. *ISWA- the International Solid Waste Association*.

BFS 2011:6. *Boverkets byggregler (föreskrifter och allmänna råd*. Boverket

<https://www.boverket.se/contentassets/2b709d86893740bab472714cb1ffb4c0/boverkets-byggregler-bfs-2011-6-tom-2013-3.pdf> (Hämtad 2021-11-02)

Châfer, M., Sole-Mauri, F., Solé, A., Boer, D., & Cabeza, L.F. (2019). Life cycle assessment (LCA) of a pneumatic municipal waste collection system compared to traditional truck collection. Sensitivity study of the influence of the energy source. *Journal of Cleaner Production*, 231, 1122-1135. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.05.304

Dalman, E., Wilke, C., Svensson, O., & Söderström, M. (2016) Brunnsög - sammanfattning av visioner, strategier och mål. Lunds kommun.

<http://docplayer.se/45415764-Lunds-kommun-2016-brunnshog-sammanfattning-av-visioner-strategier-och-mal.html> (Hämtad- 2021-10-02)

Envac, u.å. *Sopsugens historia*

<https://www.envac.se/det-har-ar-envac/sopsugens-historia/> (Hämtad 2021-10-21)

Farré, J.A., Salgado-Pizarro, R., Martín, M., Zsembinszki, G., Gasia, J., Cabeza, L.F., Barreneche, C., & Fernández, A.I. (2021). Case study of pipeline failure analysis from two automated vacuum collection system. *Waste management*, 126, 643-651. doi: 10.1016/j.wasman.2021.03.041

Fällman., T. 2020. *Uppföljning Brunns hög*. Renhållningsverket.  
<https://moten.lund.se/welcome-sv/namnder-styrelser/renhallningsstyrelsen/renhallningsstyrelsen-2020-03-17/agenda/rh-tjansteskrivelse-2020-03-13-uppfoljning-brunnshogdocxpdf-40353?downloadMode=open>  
(Hämtad 2021-10-05)

Globala målen. (2021). *Mål 12 Hållbar konsumtion och produktion*. från  
<https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-12-hallbar-konsumtion-och-produktion/> (Hämtad 2021-10-04)

Hidalgo, D., Martín-Marroquín, J.M., Corona, F., & Juaristi, J.L. (2018). Sustainable vacuum waste collection systems in areas of difficult access. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 88, 221-227. doi:10.1016/j.tust.2018.07.026

Kogler, T. (2007) Waste collection.  
<https://www.znrfak.ni.ac.rs/Serbian/010-STUDIJE/OAS-3-2/PREDMETI/III%20GODINA/316-KOMUNALNI%20SISTEMI%20I%20ZIVOTNA%20SREDINA/SEMINARSKI%20RADOVI/2014/S57%20-%20S71.pdf> (Hämtad 2021-11-03)

Laurent, A., Bakas, I., Clavreul, J., Bernstad, A., Niero, M., Gentil, E., Hauschild, Z. M., & Christensen, H. T. (2014). Review of LCA studies of solid waste management systems – Part I: Lessons learned and perspectives. *Waste management*, 34, 573-588. doi: 10.1016/j.wasman.2013.10.045

Lunds kommun. (2021a). *Sopsug i Brunns hög*.  
<https://lund.se/foretag-naringsliv-och-forening/for-dig-som-har-verksamhet-eller-foretag/avfall-och-atervinning-for-foretag/avfallstjanster-for-foretag-och-fastigheter/sopsug-brunnshog> (Hämtad 2021-10-08)

Lunds kommun. (2021b). *Hållbara Brunns hög*.  
<https://lund.se/stadsutveckling-och-trafik/stadsutvecklingsprojekt/brunnshog/hallbara-brunnshog> (Hämtad 2021-10-08)

Lunds kommun. (2021c) *Mål: konsumtion och produktion*.  
<https://lund.se/kommun-och-politik/hallbara-lund/ekologisk-hallbarhet/mal-konsumtion-och-produktion> (Hämtad 2021-10-08)

Lunds kommun. (2021d) *Sopsugssystemet växer fram*.  
<https://old.lund.se/brunnshog/nyheter/2021/sopsugssystemet-vaxer-fram/> (Hämtad 2021-10-08)

Miller, B., Spertus, J., & Kamga, C. (2014). Costs and benefits of pneumatic collection in three specific New York City cases. *Waste management*, 34(11), 1957-1966. doi: 10.1016/j.wasman.2014.06.008

Nakou, D., Benardos, A., & Kaliampakos, D. (2014). Assessing the financial and environmental performance of underground automated vacuum waste collection systems. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 41, 263-271. doi: 10.1016/j.tust.2013.12.005

Naturvårdsverket. (2021). *Att göra mer med mindre: Nationell avfallsplan och avfallsförebyggande program 2018–2023* (Rapport No. 6946).  
<https://www.naturvardsverket.se/om-oss/publikationer/6900/att-gora-mer-med-mindre>  
(Hämtad 2021-10-04)

Naturskyddsföreningen. (2021). *Hållbar konsumtion – för att få planetens resurser att räcka*.  
<https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/hallbar-konsumtion-for-att-fa-planetens-resurser-att-racka/> (Hämtad 2021-10-04)

Palm, D.A., Jakobsson, R., & Holmgren, T. HANDBOK FÖR AVFALLSUTRYMMEN: Riktlinjer för utformning av avfallsutrymmen vid ny- och ombyggnation.  
[https://www.avfallsverige.se/fileadmin/user\\_upload/4\\_kunskapsbank/Handbok\\_avfallsutrymmen2018.pdf](https://www.avfallsverige.se/fileadmin/user_upload/4_kunskapsbank/Handbok_avfallsutrymmen2018.pdf) (Hämtad 2021-11-08)

Perez, J., Lumbreras, J., & Rodríguez, E. (2020). Life cycle assessment as a decision-making tool for the design of urban solid waste pre-collection and collection/transport systems. *Resources, Conservation and Recycling*, 161. doi: doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104988

Rosvall, I., & Larsson, S. K. (2020). *Framtiden ligger i brunshög*. Lunds kommun.  
[https://peabbostad.se/siteassets/vitec-files/visionen-for-brunnshog---lunds-kommun\\_52os767hkumeaf42\\_5860484.pdf](https://peabbostad.se/siteassets/vitec-files/visionen-for-brunnshog---lunds-kommun_52os767hkumeaf42_5860484.pdf) (Hämtad 2021-10-08)

Teerioja, N., Moliis, K., Kuvaja, E., Ollikainen, M., Punkkien, H., & Merta, E. (2012). Pneumatic vs. door-to-door waste collection systems in existing urban areas: a comparison of economic performance. *Waste Management*, 32(12), 1782–1791. doi: 10.1016/j.wasman.2012.05.027

Thulin, M., & Carlberg, A. (2017) Rapport – fördjupad utredning, Stationär sopsug Bergs Gård.



[https://infobank.nacka.se/ext/Bo\\_Bygga/stadsbyggnadsprojekt/Bergs%20g%C3%A5rd/Samir%C3%A5d/Underlag%20Utredning%20station%C3%A4r%20sopsug.pdf](https://infobank.nacka.se/ext/Bo_Bygga/stadsbyggnadsprojekt/Bergs%20g%C3%A5rd/Samir%C3%A5d/Underlag%20Utredning%20station%C3%A4r%20sopsug.pdf) (Hämtad 2021-11-23)

UNISDR (2011). *How to make cities more resilient – A handbook for local government leaders. A contribution to the global campaign 2010-2015*. United Nations.  
[https://www.unisdr.org/files/26462\\_handbookfinalonlineversion.pdf](https://www.unisdr.org/files/26462_handbookfinalonlineversion.pdf) (Hämtad 2021-12-20)

Widell, M., & Svensson, I. (?) Sopsug i innerstaden, en studie för avfallshantering i världsklass.  
<https://insynsverige.se/documentHandler.ashx?did=1902702> (Hämtad 2021-11-02)

# Bilagor

## Bilaga 1

Frågorna som ställdes och diskuterades i intervjuerna med Lunds kommun och Envac är presenterade nedan.

### Generella frågor:

- Anpassas sopsugens utformning, teknik eller andra möjliga faktorer, utifrån område eller vilken typ av verksamhet som det ska användas för?
- Hur ser ni på skillnaderna mellan underjordsbehållarna och sopsugen?
- Är det troligt att man i framtiden kan utveckla sopsugsledningar för glas, metall, färgat och ofärgat glas samt andra fraktioner som idag slängs i underjordsbehållare?

### Problematiksrelaterade frågor

- Finns det några tekniska och praktiska problem ni stött på under byggnationen eller installationen av sopsugen samt sopsugsterminalen i Brunnsberg?
- Finns det några problem som uppstått för andra kommuner i tidigare sopsugssystem som ni tagit hänsyn till och förbättrat i Brunnsbergprojektet?
- Har sopsugen någon påverkan på vegetationen eller ekosystemen i området? Är det möjligtvis så att man tvingas göra mindre växtbäddar till träden och kan problem med rotinfrängningar i ledningarna uppstå?
- Råder några geologiska förutsättningar för att sopsugssystemet ska kunna installeras? Måste vissa geologiska förhållanden förekomma i marken och kan grundvattnet i området påverka ledningarna?

### **Frågor kring källsorteringsgraden och användarperspektivet**

- Hur har ni tänkt kring felsortering? Det kan slängas fel fraktioner i nedkastet, har ni gjort åtgärder som minskar risken för detta?
- Sopsugen kan användas av allmänheten i Brunnshög och inte enbart av boende i området, vilka konsekvenser medför detta?
- Kan ni göra något, eller har ni gjort något specifikt för att systemet ska vara lättanvänt?
- Analysresultat från plockanalyser gjorda i Sverige visar att källsorteringsgraden och renheten från lägenhetshushåll är högre i kärlsystem jämfört med underjordsbehållare och sopsugssystem:
  - Har ni gjort några analyser som visar renheten i befintliga sopsug i Sverige?
  - Har ni gjort några åtgärder eller finns det något ni kan tänkas göra för att källsorteringsgraden ska öka för dessa system?
- Finns det något som ni nu i efterhand skulle vilja ändra på eller göra om i projektet?
- Finns det funktioner ni skulle vilja bygga in i systemet eller utveckla vidare men som inte varit möjligt på grund av finansiella, tekniska eller praktiska problem som hindrat er från det?

### **Frågor om förutsättningarna och möjligheter med systemen**

- Hur ser möjligheterna och förutsättningarna ut för framtida installationer av sopsugsanläggningar i Lunds kommun?
- Hur tänker ni kring planering av renhållning i andra områden, både befintliga samt i nybyggnationer i Lunds kommun?
- Är sopsugen vår nya och bästa avfallslösning?
- Har ni några andra planer och projekt igång med sopsug i Lund kommun?
- Är sopsug ekonomiskt fördelaktigt jämfört med andra avfallslösningar?
- Vad är nästa utvecklingssteg i sopsugstekniken?



**LUNDS**  
UNIVERSITET

[WWW.CEC.LU.SE](http://WWW.CEC.LU.SE)  
[WWW.LU.SE](http://WWW.LU.SE)

Lunds universitet

Miljövetenskaplig utbildning  
Centrum för miljö- och  
klimatforskning  
Ekologihuset  
223 62 Lund