

# Landfill mining ur ett miljöperspektiv

- en studie om två deponier i Lunds Kommun

---

MARTINA STRÖMBERG 2016  
MILJÖVETENSKAP | LUNDS UNIVERSITET



Martina Strömberg

MVEK02 Examensarbete för kandidatexamen 15 hp, Lunds universitet

Intern handledare: Martijn van Praagh, Centrum för miljö och klimatforskning,  
Lunds universitet

CEC - Centrum för miljö- och klimatforskning

Lunds universitet

Lund 2016

Framsida: Sankt Hans backar, foto: Martina Strömberg

# Abstract

There are probably thousands of old landfills in Sweden. Many of those contain recyclable materials, which could be excavated and recycled, but also might state environmental threats due to the large amount of non-recyclable and potentially hazardous waste buried. The present study is a study on two landfills in the municipality of Lund in southern Sweden, comprising of an industrial waste landfill, Pinnemöllaparken, and a household landfill, Sankt Hans backar. Potential benefits and disadvantages excavating and recycling the buried waste recycled (so called landfill mining) from an environmental perspective are described qualitatively. A special focus was put on how population nearby the landfill affects before, during and after landfill mining.

The results of this study indicate that the largest benefit of landfill mining from an environmental perspective for these landfills is the potential of replacing new raw materials and reduce greenhouse gas emissions. Disadvantages are mainly increased emissions to air, water and ground during the excavation period. The extent of the benefit is, however, largely dependent on the actual amount and quality of the recyclable.

Landfill mining of the landfills studied will take one to eight years to complete and during this time it will impact the population through noise, odours and traffic. After landfill mining is completed the areas of both landfills are more suitable building houses. As a result, the pressure on exploiting unspoiled areas and highly arable farmland is reduced.

# Innehållsförteckning

**Abstract 2**

**Innehållsförteckning 3**

**1. Inledning 4**

**2. Metod 5**

**3. Bakgrund 6**

*3.1 Avfallshierarkin 6*

**4. Resultat och diskussion 8**

*4.1.1 Pinnemöllaparken i Dalby 8*

*Hur ser området ut idag? 9*

*4.1.2 Sankt Hans backar, Lund 10*

*Hur ser området ut idag? 11*

*4.2 Potentiella miljöeffekter av landfill mining 12*

*4.3.1 Hur en landfill mining av Pinnemöllaparken påverkar närbefolkningen 20*

*Under landfill mining 20*

*Efter landfill mining 21*

*4.3.2 Hur en landfill mining av Sankt Hans påverkar närbefolkningen 23*

*Under landfill mining 23*

*Efter landfill mining 23*

**6. Slutsats 28**

**7. Tack 29**

**8. Referenser 30**

# 1. Inledning

Runt om i Sverige finns cirka 6000 nedlagda deponier (Naturvårdsverket, 2015). Idag räknas en deponi som nedlagd och avslutad när avfallshanteringen har avslutats och det skett en sluttäckning som har inspekterats och godkänts av tillsynsmyndigheten (SFS, 2001:512). Om deponin har avslutats före den 16 juli 2001 ska åtgärder gjorts enligt det tillstånd eller beslut som meddelats vid den tidpunkt då deponin avslutats (SFS, 2001:512).

I förordningen (2001:512) om deponering av avfall kom nya krav för hur en deponi ska var uppbyggd. Det kom krav på geologisk barriär och bestämmelser i hur bottenfästning och sluttäckning ska vara utformad (Naturvårdsverket 2016a). Syftet med de olika barriärerna är att förhindra utsläpp av föroreningar från deponin (Sparrenholm, 2016). Dessa nya krav saknades i många äldre deponier vilket medförde att många deponier fick avslutas. I de äldre deponierna togs inte heller så stor hänsyn till de hydrogeologiska- och geologiska förhållandena vid lokalisering deponin. Detta medför att det blir en större risk att föroreningarna i deponin sprids ut i närområdet i de äldre deponierna och många av deponierna utgör en betydande miljörisk (Hogland, 1996; Krook, 2010).

Genom olika styrmedel har mängden deponerat avfall minskat det senaste åren. Innan styrmedlen kom deponerades stora mängder metaller, mineraler och organiskt avfall i Sveriges deponier (Naturvårdsverket, 2015). Både på grund av säkerhet för miljön runt deponierna och innehållet i deponierna har ett intresse för landfill mining börjat växa fram de senare åren. Landfill mining betyder att det sker en utgrävning av avfall från en deponi för återvinning av bland annat metaller och mineraler. Man utvinner det avfall som går och resterande avfall återdeponeras (Krook, 2010). Idag sker landfill mining endast i liten skala, huvudsak i forskningsprojekt. Det beror på att det flesta nedlagda deponier är små och det saknas ekonomiska incitament för en landfill mining. Många gånger är det inte ekonomiskt lönsamt att gräva upp en deponi eftersom marknadspriserna på de resurser som finns i deponin är inte tillräckligt höga och det återdeponerade avfallet beskattas (Naturvårdsverket, 2015).

Ofta är det ekonomin som undersöks och avgör beslutet när det diskuteras om en landfill mining ska göras (Naturvårdsverket, 2015). Men det kan finnas andra viktiga motiv till att göra en landfill mining. Många deponier behöver åtgärdas av miljöskäl och människan använder allt mer metaller och resurser i sin vardag (Naturvårdsverket, 2016b; SGU, 2014). Sveriges befolkning ökar varje år och i städerna behövs fler bostäder (Lomma kommun, 2011; Lunds kommun, 2010; SCB, 2016). Samtidigt är många av de nedlagda deponierna belägna i närheten av städer på mark som hade kunnat användas att bygga bostäder på (Helsingborgs Stad, 2011; Lunds kommun, 2012).

Syftet med rapporten är att ur ett miljöperspektiv undersöka landfill mining av nedlagda deponier vid bebyggelse och dess påverkan för närbefolkningen. Den ska även ge ett incitament till landfill mining även om det inte ger en ekonomiskvinning.

Mina frågeställningar är:

- Vilka huvudsakliga fördelar och nackdelar ur ett miljöperspektiv finns med landfill mining av äldre nedlagda deponier?
- Hur påverkas de närboende före, under och efter landfill mining av deponin?

**Avgränsningar:** Det har undersökts två nedlagda deponier som ligger vid bebyggelse, Pinnemöllaparken i Dalby och Sankt Hans backar i Lund. Det antas att marken i områdena ska efter en landfill mining användas för att bygga bostäder eller kontor på. Återvinningen av avfall föreslås ske vid Sysavs stationära avfallsanläggningen vid Spillepengen i Malmö. Avfallet tas därefter omhand på anläggningen eller transporteras till olika materialbolag.

## 2. Metod

I detta examensarbete gjordes först en systematisk litteraturstudie om landfill mining. Informationen från litteraturstudien användes sedan kvalitativt för att applicera på de utvalda deponierna och svara på frågeställningarna. Materialet som har studerats är vetenskapliga artiklar, litteratur, myndighetsrapporter och undersökningar av valda deponier. Vid sökning av vetenskapliga artiklar användes sökmotorn LUBsearch och sökord som landfill mining, landfill reclamation, waste dumps, energy recycling, recycle paper energy, landfill mining enviromental risk impact och recycle metal environment användes. Myndighetsdokument har hittats genom artiklar och sökning på respektive myndighetshemsida. Undersökningar av utvalda deponier har erhållits från Lunds Renhållningsverk och information från branschorganisationen Avfall Sverige.

Platsbesök på de utvalda deponierna gjordes den 21 och 22 april för att få information om området som inte framkommit i tidigare framtagna rapporter om deponierna. I arbetet gjordes en kvalificerad gissning av avfallsinnehåll, andel avfall av vardera avfallsort, andel utvinningsbart avfall från deponin, Sankt Hans avfallsvolym samt tid för utförandet av landfill mining. Deponiernas avfallssinnehåll uppskattades med hjälp av tidigare undersökningar av deponierna (Bydén, 2008; Byden, 2012; Wenström, 2008; Wenström & Bydén, 2008a, 2008b, 2008c; Sundlov m.fl., 2011), Lunds kommuns avfallsplan (Lunds kommun, 2012) och litteratur om Lunds stad (Oredsson, 2012). Andelen utvinningsbart avfall från deponin uppskattades till 50% för metallskrot, 90% för byggavfall och 80% för hushållsavfall och annat avfall efter studie av en typisk svensk nedlagd hushållsdeponi av Frändegård m.fl. (2013) och en studie om en industrieponi och hushållsdeponi av Krook (2010). Efter mätning av Sankt Hans sidor beräknades deponins area. Därefter multiplicerades deponins area med höjden på avfallet och den total volymen avfall för Sankt Hans beräknades till 1 500 000 m<sup>3</sup>. Vid beräkning togs hänsyn till att avfallets höjd är varierande. Tid för utförande av landfill mining uppskattades till 1-2 år för Pinnemöllaparken och 5-8 år för Sankt Hans. Uppskattningen gjordes med hjälp av en studie av Johansson m.fl. (2012) där en utgrävning av ett antal deponier i Sverige gjordes. Storleken för deponierna i studien jämfördes med denna undersöknings deponier och en tid uppskattades.

# 3. Bakgrund

## 3.1 Avfallshierarkin

Avfallshierarkin infördes år 2008 när Europaparlamentet och rådet beslutade ett direktiv om avfall (EUR-Lex, 2015). Avfallet ska hanteras utefter hierarkin för att skydda miljö och människors hälsa (Avfall Sverige, 2015; Naturvårdsverket, 2010). Det kan ske undantag från hierarkin för tekniska, ekonomiska eller miljömässiga skäl (Avfall Sverige, 2015). Man använder hierarkin med följande prioritetsordning (EUR-Lex, 2015):

- 1. Förebyggande av avfall:** Syftet är att minska uppkomsten av avfall och detta görs bland annat genom att producera mindre mängd produkter, reparera och låna produkter (EUR-Lex, 2015).
- 2. Återanvända:** Då används produkten minst en gång till. Exempelvis genom att ge bort produkten till någon annan som kan använda den eller göra om produkten till något annat (Nilsson, 2007).
- 3. Materialåtervinning:** Görs när återanvändning inte kan ske. Produkten sorteras och behandlas för att användas att göra nytt material (Avfall Sverige, 2016a).
- 4. Energiåtervinning:** Det innebär att avfallet förbränns eller rötas och blir till ny el, biogas, värme eller kyla (Avfall Sverige, 2016a).
- 5. Deponering:** Om avfallet inte kan behandlas på någon av ovan nämnda metoder får det deponeras (Avfall Sverige, 2016a).

När en landfyllning utförs sorteras avfallet på en stationär eller mobil förädlingsanläggning (Krook, 2010). Om avfall ska materialåtervinnas eller återanvändas krävs en viss kvalitet på avfallet beroende på det specifika ändamålet (Naturvårdsverket, 2010). Avfallet kan till exempel vara för gammalt, i för dåligt skick, ha för hög föroreningshalt eller inte tillräckligt sorterat för att inte kunna användas. Avfallet får inte öka föroreningshalten på platsen där det ska användas, därför är utlagningsbelägenheten viktigt att undersöka innan återanvändning av vissa material (Länsstyrelsen Jönköping, 2010; Naturvårdsverket, 2010). Om avfallet inte kan återvinnas eller återanvändas får det återdeponeras i en deponi som klarar dagens krav för anläggning av en deponi enligt förordning om deponering av avfall (SFS, 2001:512).

Exempel på avfall som kan återanvändas:

- Rena schaktmassor: användas som konstruktionsmaterial i bullervallar, deponitäckning ovanför rättskiktet, anläggningsmaterial inom vägar och järnvägar, material vid återfyllning av sanerade områden och på ytor där parkering och förvaring sker (Naturvårdsverket, 2010). Det ska inte finnas plast, metaller, gummi, trä eller liknade som kan ge ett skräpigt intryck och som inte tillför konstruktionen med något (Länsstyrelsen Jönköping, 2010).

Exempel på materialåtervinning av avfall:

- Plastförpackningar
- Papper
- Glas
- Betong: vid förorenad betong kan det översta lagret med de förorenade ämnena skrapas bort och därefter kan betongen användas. Det går att återvinna materialet beroende på hur långt in föroreningarna är i betongen (Van Praagh & Modin, 2014).
- Metaller: det görs en förädling av metallen till ett säljbart skick innan metallen kan återvinnas (Frändegård m.fl., 2013).

- Asfalt: asfalt med ursprung före år 1974 kan innehålla stenkoltjära och därför kan denna asfalt endast användas vid låga innehåll av stenkoltjära (Länsstyrelsen Jönköping, 2010)

Hushållsavfall och annat brännbart material energjätvinnas genom förbränning i kraft-värmeverk beroende på kvalité och föroreningshalt i avfallet. Förbränningen sker på speciella anläggningar med reningssystem som minimerar utsläpp av föroreningar till luft. Anläggningarna har gränsvärden på hur mycket föroreningar det får finnas i utsläpp till luft och vatten per dygn (SFS, 2013:253; Avfall Sverige, 2016b). Sysavs förbränningsanläggning i Malmö hade år 2009 utsläpp av arsenik, kadmium, koldioxid, krom, koppar, dioxin, kvicksilver, lustgas, ammoniak, nickel, kväveoxider, bly, kolväten och zink till luft. Det var även utsläpp till vatten av arsenik, kadmium, dioxin, kvicksilver, bly och zink (Naturvårdsverket, u.å.). Halterna av ämnena var under gränsvärdena (Sysav, 2015).



## 4. Resultat och diskussion

### 4.1.1 Pinnemöllaparken i Dalby

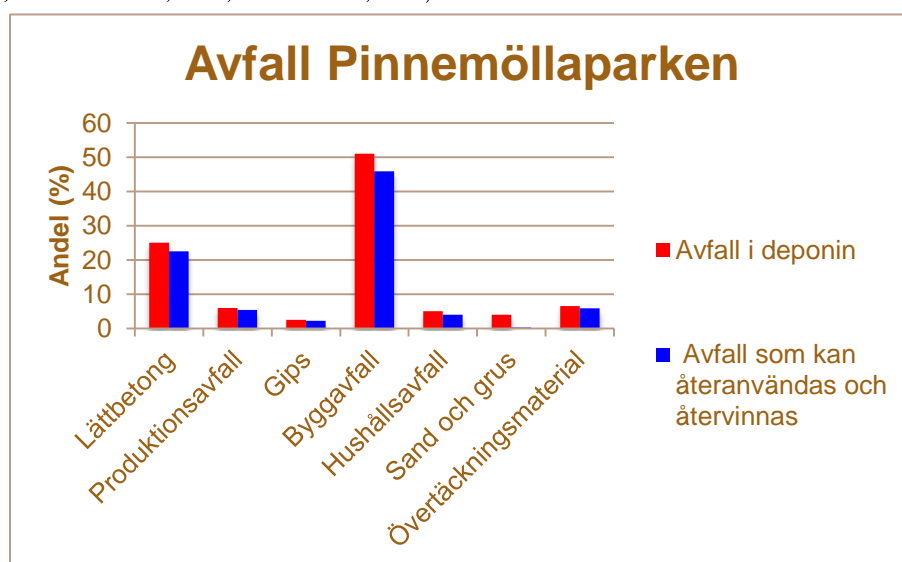


Figur 1. Karta över del av Skåne (Geodataportalen, 2016) Sverigekarta © Lantmäteriet.

I mellersta Skåne ligger samhället Dalby, Lunds kommun, se figur 1. I Dalbys sydöstra kant finns en nedlagd industrideponi. Deponin är belägen i en bergtäkt och avfallet är idag i nivå med den omgivande marken (Wengström & Bydén, 2008a). Vid övertäckning av avfallet har inte tätningsmaterial använts (Sundlöf m.fl., 2011). Deponin var verksam mellan år 1950 och 1970 (Lunds kommun, 2012). Framförallt deponerades avfall från Siporex AB som tillverkade lättbetong, se diagram 1. Det organiska avfallet som finns bör vara i en anaerob nedbrytningsfas. Deponins utbredning är cirka 2,3 hektar. Avfallsmängden uppskattas till mer än 100 000 m<sup>3</sup>. Deponin uppskattas till 20- 25 meter djup men kan vara djupare (Sundlöf m.fl., 2011).

De senaste undersökningarna av deponin är från år 2008 och 2011. Företaget Melica gjorde år 2008 en miljöbedömning av deponin genom tidigare undersökningar och utredningar (Wengström & Bydén, 2008a). Senare år 2011 gjorde Avfall Sverige en undersökning med provtagning av grundvatten vid deponin (Sundlöf m.fl., 2011).

**Diagram 1.** Uppskattad andel avfall i deponin (%) och andel avfall som kan återvinnas eller återanvändas i en stationär förädlingsanläggning av respektive avfallssort från deponin vid Pinnemöllaparken, Dalby. Produktionsavfallet är från Siporex AB och består av betong, finmalen sand och kalk. Uppskattningsvis finns 3,8 % järn och 3,5 % icke-järnhaltiga metaller i deponin (Krook, 2010; Lunds kommun, 2012; Sundlöf m.fl., 2011)



## Hur ser området ut idag?



**Figur 2.** Karta över området vid den nedlagda deponin Pinnemöllaparken i Dalby. Det markerade mörkgrå området visar deponins ungefärliga utbredning. Vägen söder om deponin är cykelväg (Wengström & Bydén, 2008a. s. 8) (Tillstånd för bild finns av Wengström, T).

Idag är det tidigare deponiområdet ett parkområde som gränsar till bostäder, äldreboende, skola och koloniområde, se Figur 2 (Wengström & Bydén, 2008a). Grundvattennivån i deponin var år 2011 mindre än en meter under markytan, med liten genomströmning i det yttersta skiktet (Sundlöw m.fl., 2011). Den närmsta borrade brunn ligger strax öster om deponin. Brunnen används som energibrunn för värme och kyla. Inom en kilometers radie finns ett flertal energibrunnar och två dricksvattenbrunnar (SGU, 2016). Närmsta ytvatten är 350 meter söder om deponiområdet (Eniro, 2016).

Lakvattenbildningen i deponin är liten. Ett litet läckage av lakvatten sker men ingen påverkan på ytvattendrag i närheten har konstaterats (Sundlöw m.fl., 2011). Vid provtagning av gas i deponin år 2011 detekterades 37 % koldioxid och ingen förekomst av metangas eller lustgas. Ingen analys gjordes av svavelväte (Sundlöw m.fl., 2011). Vid provtagning av grundvattnet i deponin konstaterades låga halter av organiska föroreningar, flera under detektionsgränsen. Det detekterades höga halter, jämfört med medianhalten i opåverkat grundvatten, av sulfat, kalcium, vanadin samt ett pH på 10,5. Dessa halter beror troligtvis på avfallet som består bland annat av gips och lättbetong. Det fanns ingen tydlig lukt från avfallet vid grävning (Sundlöw m.fl., 2011). I markprover detekterades kobolt, krom och nickel i halter över riktvärdet för känslig markanvändning, KM (Sundlöw m.fl., 2011; Naturvårdsverket, 2009). Vid tidigare undersökningar år 1997 uppmättes 1,4 % metangas i deponin och höga halter av strontium, svavel, nickel och petroleumkolväten i grundvattnet. Strontiums halter var > 6000 mikrogram/liter. Enligt rekommendationer från amerikanska myndigheter ska dricksvatten inte överskrida 4000 mikrogram/liter (Ek m.fl., 2008; Wengström & Bydén, 2008a).

Vid senaste provtagningstillfället år 2011 var täckningen över avfallet cirka en meter och åtgärder som anläggning av en tjockare täckning för att minska kontakt med avfallet har föreslagits. Vid en tjockare och tätare täckning kan det bli en ökad gasbildning (Sundlöw m.fl., 2011).

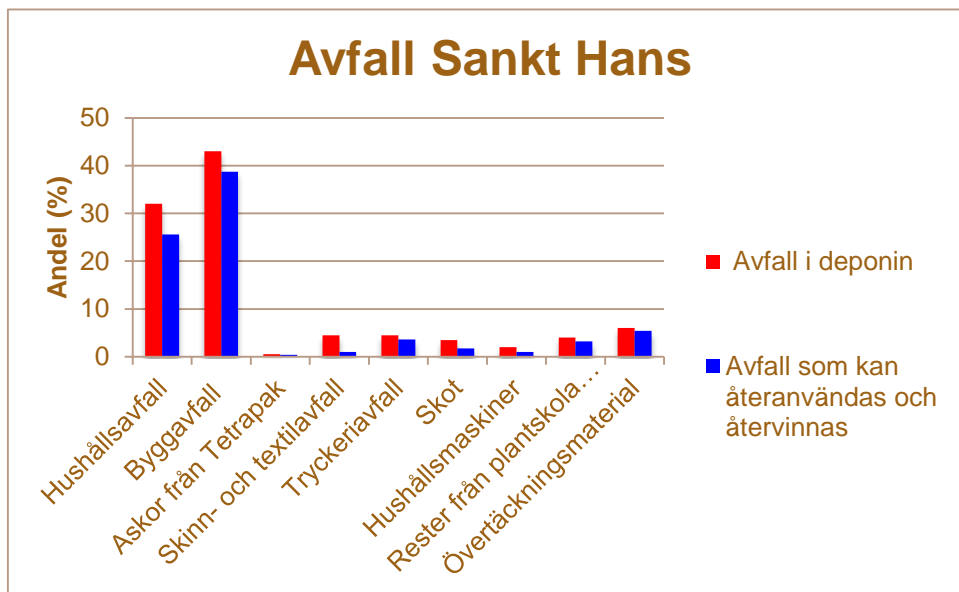
## 4.1.2 Sankt Hans backar, Lund

På Norra Fäladen i Lund ligger den nedlagda hushållsdeponin Sankt Hans backar. Deponin är placerad på lermorän och efter nedläggning blev deponin övertäckt med moränlera men är inte helt tätad (Wengström & Bydén, 2008b).

Sankt Hans backar var en av Lunds kommuns största avfallsplatser fram till slutet på 1960-talet (Lunds kommun, 2014). Deponin var verksam år 1948-1976 (Lunds kommun, 2010) och har en utbredning på 18 hektar. Avfallet är anlagt över marken med varierande höjder. Högsta avfallshöjden uppskattas till 25 meter och avfallsmängden för deponin uppskattas grovt i detta arbete till 1 500 000 m<sup>3</sup>. Avfallet befanns sig år 2008 troligtvis i en anaerob nedbrytning och tidig nedbrytningsfas (Wengström, 2008). När Sankt Hans var i drift deponerades hela stadens avfall där (Rånlund, 2016). Lund är en akademisk stad med få fabriker under deponins verksamhetsperiod. Avfallet utgjorde mestadels byggavfall och hushållsavfall, se diagram 2.

Undersökningar av deponin som används i arbetet är gjorda av företaget Melica år 2008 (Bydén, 2008; Wenström, 2008; Wenström & Bydén, 2008b, 2008c) och 2012 (Byden, 2012). Undersökningarna bestod bland annat av kemianalys, gasprovumpning och hydrogeologin i området.

**Diagram 2.** Uppskattad andel avfall i deponin (%) och andel avfall (%) som kan återvinnas eller återanvändas i en stationär förädlingsanläggning av respektive avfallssort från deponin vid Sankt Hans backar, Lund. Byggavfall är byggavfall från Norra Fäladen och stadens industrier. Mängden järn och icke-järnhaltiga metaller uppskattas till 3,6 % respektive 0,8 % av avfallet (Frändegård m.fl., 2013; Oredsson, 2012).



## Hur ser området ut idag?



**Figur 3.** Karta över Sankt Hans Backar på Norra Fälåden i Lund. Norr om deponin finns två dammar (Geodataportalen, 2016) Sverigekarta © Lantmäteriet.

Idag är området ett uppskattat park- och rekreationsområde (Lunds kommun, 2014). Norr om Sankt Hans backar finns koloniområde, skola och bostäder. Bostäder är även placerade öster om deponin, se Figur 3 (Geodataportalen, 2016). Väster om deponin, vid Sliparebacken, finns ett koloniområde samt en yta för tillverkning och mellanlagring av asfaltsbeläggningar och kommunens kompostering av grönavfall (Wengström & Bydén, 2008b).

Sankt Hans backar ligger inom Vallkärrabäckens avrinningsområde. Bäckens har haft sin sträckning igenom deponins område och kulverterades före år 1910 (Bydén, 2008). Idag börjar Vallkärrabäckens sitt ytflöde strax norr om deponiområdet. Under perioder har en bäck skapats i deponiområdet i närheten av gamla Vallkärrabäcksfåran, för att sedan försvinna ner i marken igen (Wengström & Bydén, 2008b). Vid undersökningar av fisken i Vallkärrabäckens konstateras att fisken har missbildningar i skelettet. Källan till missbildningarna tros vara miljöförstörande organiska ämnen som polycykliska aromatiska kolväten (PAH) föroreningar i vattnet (Wengström & Bydén, 2008b).

Grundvattenytan i deponiområdet är 1-3 meter under markytan (Bydén, 2012). Närmsta borrade brunn ligger 250 meter norr om deponin och används som energibrunn för värme och kyla. Det finns inga dricksvattenbrunnar inom en kilometers radie från deponin (SGU, 2016).

### *Vatten*

Det finns stora mängder lakvatten i deponin (Wengström, 2008). Lakvattnets utströmning ur deponin kan ske under nuvarande kulvertsystem och i den gamla Vallkärrabäckens fåra. Detta kan medföra en snabb transport av föroreningar vid stora mängder regn. Det uppskattas att det sker ett litet läckage av lakvatten ut från deponin som ger en liten påverkan på omgivande ytvatten (Wengström & Bydén, 2008b). Vid provtagning i en lakvattenkulvert var deponins lakvatten tydligt rödfärgat (Wengström & Bydén, 2008b). Det detekterades arsenik i halter över median och medelvärde av lakvatten från en handbok för lakvattenbedömning (Wengström & Bydén, 2008b);

Öman m.fl., 2009). Inga halter av PAH detekterades. Nickel detekterades i halter över omgivande vattenprovers halter men under median och medelvärdet för lakvatten (Wengström & Bydén, 2008b; Öman m.fl., 2009). Vid analys av bekämpningsmedel återfanns glyfosfat, 2,2 mikrogram/liter. Lakvattnet kan tänkas gå igenom deponins sidor och översta marklagrets dräneringsledningar för att komma till dagvattenledningarna (Wengström & Bydén, 2008b)

Vid provtagning av ytvatten i ett dike vid Sliparebacken detekterades halter över kanadensisk ytvattenkvalitékriterier av PAHerna antracen, fluoranten och pyren. Diket har använts för avrinning av lagringsyta för krossad asfalt (Wengström & Bydén, 2008b).

I ytvattnet i de två dammarna norr om deponin återfanns låga halter av PAH-föreningar. Enligt bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag är endast halten bly allvarligt i kompostdammen (Havs och vattenmyndigheten, 2007; Wengström & Bydén, 2008b).

#### *Mark och sediment*

Vid provtagning i mark- och sedimentprover analyserades PAH, alifater, opolära alifatiska kolväten, tungmetaller och olja. I markprover vid Sliparebackens dike återfanns alifater i fraktionerna C16-C35 och C35-C40 i halter som överskred Naturvårdsverkets (2009) riktvärden för mindre känslig markanvändning, MKM (Wengström & Bydén, 2008b).

Lakvattnets sediment, som var svart och beskrevs som starkt luktande, bestod förmodligen av grummel och färg i höga halter. Det fanns endast låga halter av PAH, alifater, opolära alifatiska kolväten och tungmetaller (Wengström & Bydén, 2008b).

I det svarta sedimentet i dammarna detekterades ett oljeinnehåll och alifater i fraktionerna C16-C35 och C35-C40 i halter över MKM (Naturvårdsverket, 2009; Wengström & Bydén, 2008b). Opolära alifatiska kolväten detekterades i höga halter i sediment från dammarna och markproverna (Wengström & Bydén, 2008b).

#### *Gas*

Vid provpumpning av gas i deponin (Wengström, 2008) påvisades metangas mellan 40-45% och koldioxid på 56%. Under kortare perioder kan metangasandelen varit 60% eller högre (Wengström, 2008). Det skedde läckage av större mängder deponigas från delar av deponin. En uppskattning gjordes att 8 hektar av området var gasproducerande och att gasproduktionen endast sker i de översta tre meterna avfall. En avsänkning av vatten hade medverkat till större mängder deponigasutsläpp och risk för ökad gasbildning (Wengström, 2008).

Ovanför tätningskiktet kan ingen lukt avläsas men vid provtagningsrör finns metallisk frän lukt och lukt av rost, svag till stark (Bydén, 2012).

Efter att undersökningar av deponi gjordes har åtgärder utförts för uppsamling och rening av lakvatten. Tjockleken på det övertäckta lagret ovanpå avfallet har ökat för att minska inträning av ytvatten till deponin. Det har även gjorts åtgärder för att minska och leda bort deponigas (Wengström & Bydén, 2008c).

## 4.2 Potentiella miljöeffekter av landfyll mining

Stora delar av avfallet i deponierna kan återvinnas, se diagram 1 och 2. Återvinningsandelen avfall beror på förädlingsanläggning och kvalitén på avfallet. I tabell 1 redovisas möjlig återvinning av avfallet och fördelar respektive nackdelar ur ett miljöperspektiv.

**Tabell 1.** Fördelar och nackdelar ur ett miljöperspektiv som uppkommer vid återvinning av avfall från landfill mining av Pinnemöllaparkens deponi och Sankt Hans deponin. Möjlighet för återvinning beror på kvalitet, föroreningshalt, sorteringsgrad och hur smutsigt avfallet är, se kapitel 3.1 (Samlad information från: A. Arafat m.fl., 2015; Avfall Sverige, 2016b; Eriksson m.fl., 2005; Frändegård m.fl., 2013; Gusca m.fl., 2015; Hogland m.fl., 2004; Krook, 2010; Länsstyrelsen Jönköping, 2010; Naturvårdsverket, 2005; Persson m.fl., 2007; Wagner & Raymond, 2015; Jones m.fl., 2013).

	Avfall från Pinnemöllaparkens deponi	Avfall från Sankt Hans deponi	Miljöfördel	Miljönackdel
<b>Återanvändning</b>	-Byggavfall (betong, tegel) -Lättbetong	-Byggavfall (asfalt, tegel, betong)	Minskad: -Användning av råmaterial -Utsläpp av växthusgaser	-Risk för spridning av föroreningar om avfallet är förorenat efter bearbetning, om avfallet går att återanvända
<b>Återanvändning som utfyllnad*</b>	-Lättbetong -Produktionsavfall (betong, finmalen sand, kalk) -Material som använts som övertäckning av deponin	-Byggavfall (schaktmassor, asfalt, tegel) -Material som använts som övertäckning av deponin -Aska från Tetrapak	-Minskad användning av rena massor -Vid mycket kalk i avfallet: Höjer pH i marken. Bra vid försurning vid lagom mängder kalk	Risk för: -Spridning av föroreningar om avfallet är förorenat -Övergödning vid läckage av näringsämnen från utfyllnadsmassor -För asfalt: Spridning av PAHer i stenkoltjära från avfallet - Kalk från produktionsavfallet: Negativa effekter för utfyllnadsområdet vid höga kalkmängder
<b>Materialåtervinning</b>	-Hushållsavfall (exempelvis plast, metaller och glas) -Byggavfall (skrot, betong, metaller) -Gips	-Hushållsavfall (exempelvis plats, metaller och glas) -Byggavfall (asfalt, tegel, betong) Järn och icke järnhaltiga metaller: -Transformatorer, kondensatorer -Byggavfall	Minskad: -Användning av råmaterial -Utsläpp av växthusgaser -Energiåtgång jämfört med att bryta ny metall och råvaror -Utsläpp av föroreningar från nyproduktion av material	-Vid rening av vissa material används mycket vatten som blir förorenat

<b>Energiåtervinning</b>	-Byggavfall -Hushållsavfall -Brännbart farligt avfall	-Hushållsavfall -Skinn- och textilavfall -Tryckeriavfall	-Smittoämnen i avfallet försvinner vid förbränning  Minskad: -Användning av fossila bränslen och andra konventionella energislag  -Utsläpp av växthusgaser**  -Användning av naturgrus och andra råvaror då stor del av restprodukten slagg, från exempelvis hushållsavfall, är slagggrus. Det kan användas istället för naturgrus vid konstruktion av vägar, täckning- och anläggningsmaterial eller används som utjämningsmaterial på deponier. Ur slaggen sorteras även metaller ut och återvinns.	- Vid stora mängder plast ökar växthusutsläppen  -Utsläpp av ämnen till luften som inte reningssystemet kan ta upp***  -Ytbehandlat trä kan påverka förbränningsanläggningens panna negativt (risk för beläggningar och korrosion) samt leder till höga metallhalter i aska  - Höga föroreningshalter i aska från förbränning av farligt avfall
<b>Återdeponering</b>	-Farligt avfall  -Överblivet avfall efter sortering	-Askor från Tetrapak  -Hushållsmaskiner  -Rester från plantskola och läkemedel  -Överblivet avfall efter sortering	-Deponeras på en godkänd deponi (SFS 2013:253)  -Minskar spridning av hälso- och miljöfarliga ämnen från deponin	

\*Beroende på föroreningshalt och material i avfallet. Vid tillräckligt rena massor kan avfallet användas vid utfyllning och byggnation av bland annat bullervallar och vägbyggen alternativt som material vid övertäckning av annan deponi (Johansson, 2012).

\*\* Jämfört med konventionell energiproduktion.

\*\*\* Det finns gränsvärden för utsläpp från en förbränningsanläggning (SFS, 2013:253). Ämnen som släpps ut nämns i bakgrunden, kapitel 3.1. under energiåtervinning av avfall.

Pinnemöllaparkens deponi och Sankt Hans deponi var verksamma under samma tidsperiod och idag ligger bland annat bostadsbebyggelse nära deponierna. Skillnaden mellan deponierna är utformningen och att det troligen ligger olika sorters avfall och olika mängd i deponierna. Efter kvalificerad gissning på andel avfall som kan utvinnas antas att 80% av Pinnemöllaparkens avfall kan utvinnas och för Sankt Hans antas att 70 % kan utvinnas, vilket medför att en liten del av avfallet från deponierna behöver återdeponeras efter sortering. Pinnemöllaparken har något högre återvinningsgrad på grund av lägre mängd hushållsavfall.

Sankt Hans deponin antas innehålla en större andel brännbart avfall, material att återvinna och återdeponera jämfört med Pinnemöllaparkens deponi. Pinnemöllaparken har större andel avfall som kan användas som utfyllnadsmaterial och återanvändas. Hur mycket av avfallet som kan återanvändas beror på kvalitén på avfallet. Förmodligen får avfallet återvinnas istället för att återanvändas då avfallet varit i deponin en längre period. Beroende på användning av avfallet blir det olika fördelar och nackdelar ur ett miljöperspektiv, se tabell 1. Vid jämförelse av mängden avfall som kan återvinnas och vilka nackdelar ur ett miljöperspektiv som är vanligast är det spridning av föroreningar från avfallet till luft, vatten och marken som är vanligast. Av fördelarna är minskning av växthusgaser och minskad användning av råmaterial vanligast. Förutom att det inte används lika mycket råmaterial när material återvinns blir det minskad miljöpåverkan för produkterna beroende på materialet. För- och nackdelarna beror på att båda deponierna har hög andel byggavfall. Pinnemöllaparkens deponi har inte lika mycket hushållsavfall vilket medför att det blir mindre energiutvinning från denna deponi men samtidigt går det återanvända alternativt materialåtervinna en större andel avfall.

En undersökning har gjorts av Krook (2010) om miljökonsekvenserna vid att återvinna avfallet jämfört med att enbart göra en integrerad sanering. Resultatet togs fram genom en livscykelanalys integrerat med en Monte Carlo simulering av en hushållsdeponi och en industrideponi. I tabell 2 visas en jämförelse mellan utsläpp av tre olika ämnen vid återvinning respektive sanering för deponierna. Ämnena är svaveldioxid,  $\text{SO}_2$ , som påverkar försurning, fosfat,  $\text{PO}_4$ , som påverkar övergödning samt koldioxid,  $\text{CO}_2$ , som påverkar klimatet (Krook, 2010). Vid en integrerad sanering görs en utgrävning av avfallet. Efter utgrävningen anläggs en ny botten tätning och topptätskikt enligt förordning om deponering av avfall (2001:512) och ett gasuppsamlingsystem installeras. Därefter fylls deponin med det avfall som deponin kan ta hand om, resterande avfall, som farligt avfall, transporteras till deponier för vardera avfallsslag

(Krook, 2010). I undersökningen användes en mobil förädlingsanläggning vilket sorterar något sämre jämfört med en stationär förädlingsanläggning (Krook, 2010; Frändegård m.fl., 2013). Enligt Krook (2010) blir mängden undvikna utsläpp från en stationär anläggning något högre jämfört med en mobil förädlingsanläggning, trots fler transporter. Faktiska utsläpp är det som uppkommer vid utsläpp av gas, från stationära anläggningar, processer vid deponin, energiåtervinning av brännbart



material och transporter. Undvikna utsläpp är utsläpp som inte uppkommer på grund av materialåtervinning, undvikna deponigas och energiproduktion. Exempelvis blir det undvikna utsläpp av energiproduktion när avfall används vid förbränningsanläggningen istället för fossila bränslen (Krook, 2010).

Deponierna i undersökningen av Krook (2010) innehåller ett avfall på 700 000 ton vilket är i storlek cirka 700 000- 1400 000 m<sup>3</sup> beroende på avfallsinnehåll och hur mycket avfallet är packat (Krook, 2010). I undersökningen användes en typisk hushållsdeponi och en industrideponi. Industrideponin innehöll fragmenteringsavfall från skrotupplag och hade 5,7 % järn och 7,9 % icke-järnhaltiga metaller. Hushållsdeponin innehöll 3,6 % järn och 0,8 % icke-järnhaltiga metaller (Krook, 2010).

**Tabell 2.** Miljöpåverkan genom förväntade nettoutsäpp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (ton), SO<sub>2</sub>-ekvivalenter (ton), PO<sub>4</sub>-ekvivalenter (ton) vid en sanering och landfill mining av en nedlagd industrideponi och hushållsdeponi, faktiska utsläpp (+) och undvikna utsläpp (-). Vid sanering görs en utgrävning av avfallet, anläggning av ny bottenbätning, topptättskikt och gasuppsamlingsystem. Slutligen återdeponeras möjligt avfall. Resultatet inkluderar resursanvändning och emissioner från alla ingående processer, från sanering till återvinning och undvikna primärproduktion (Krook, 2010).

Metod	CO <sub>2</sub> -ekvivalenter (ton)		SO <sub>2</sub> -ekvivalenter (ton)		PO <sub>4</sub> -ekvivalenter (ton)	
	Industri-deponi	Hushålls-deponi	Industri-deponi	Hushålls-deponi	Industri-deponi	Hushålls-deponi
Landfill mining	-147 000	-56 000	-928	-153	-74	-9
Sanering	-15 000	-15 000	6	6	32	32

Tabell 2 visar att när material återvinns istället för att använda nya råvaror och avfall används för energiåtervinning istället för att använda konventionella energilag undviks CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> och PO<sub>4</sub>. Tabellen visar även att en industrideponi undviker mer utsläpp än en hushållsdeponi vid landfill mining på grund av större mängd metaller i industrideponin. Detta beror förmodligen på större mängder utsläpp vid brytning av nya metaller jämfört med materialet som återvinns i hushållsdeponin.

Vid jämförelse mellan landfill mining och sanering blir det högre mängd undvikna utsläpp av landfill mining, vilket är en fördel ur miljöperspektiv. De faktiska utsläppen av SO<sub>2</sub> och PO<sub>4</sub> vid saneringsprocessen uppkommer på grund av resursanvändning och kan undvikas genom att återvinna avfallet. Därför är det viktigt att inte bara eliminera riskerna för befolkningen i området genom att deponera avfallet på en annan deponi utan även att sortera och återvinna avfallet, framförallt återvinna metaller men även annat avfall som exempelvis plast. Vid

förbränning av plast blir det höga utsläpp av växthusgaser (Nilsson, 2007). Ju mer vi sorterar avfallet och kan återvinna desto mer undvikna utsläpp och mindre avfall att återdeponera blir det.

Koldioxidekvivalenter är av de tre utvalda gaserna den gas som man kan spara mest undvikna utsläpp av vid landfill mining och sanering på grund av minskad mängd metangasutsläpp. Det betyder att det blir en större minskad klimatpåverkan globalt samtidigt som försurning och övergödning från SO<sub>2</sub> och PO<sub>4</sub> minskas lokalt genom att utföra en landfill mining istället för en sanering av deponin.

**Tabell 3.** Mängd förväntade värden av CO<sub>2</sub>- ekvivalenter i ton som minskas genom återvinning av avfall genom att göra en landfill mining på en hushållsdeponi och en industrideponi istället för att använda nya råvaror (Krook, 2010).

	Hushållsdeponi CO <sub>2</sub> - ekvivalenter (ton)	Industrideponi CO <sub>2</sub> -ekvivalenter (ton)
Materialåtervinning	26 815	129 265

Tabell 3 visar att det blir större mängd undvikna CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per kilo återvunnen avfall i industrideponin jämfört med hushållsdeponin. Detta beror på att industrideponin innehåller 2,1 % mer järn och 7,1 % mer icke-järnhaltiga metaller, vilket visar att det undvikna CO<sub>2</sub>-ekvivalenter är störst per kilo återvunnen metall jämfört med att återvinna annat material.

Mängden avfall, andelen organiskt avfall och kvalitén på avfallet skiljer sig något mellan de undersökta deponierna i artikeln (Krook, 2010) och denna undersöknings deponier, Sankt Hans deponin och Pinnemöllaparkens deponi. Det medför att en landfill mining av denna undersöknings deponier kan medför högre eller lägre mängd undvikna utsläpp och faktiska utsläpp av CO<sub>2</sub>-, SO<sub>2</sub>- och PO<sub>4</sub>-ekvivalenter. Pinnemöllaparkens deponi har en lägre mängd metaller jämförelse med industrideponin i tabell 2 och 3 vilket medför lägre mängd undvikna utsläpp och faktiska utsläpp från Pinnemöllaparkens deponi. I jämförelse av Pinnemöllaparkens deponi och Sankt Hans deponi sparar förmodligen Sankt Hans deponi en högre halt utsläpp av CO<sub>2</sub>, PO<sub>4</sub> och SO<sub>2</sub> då den har en mycket större avfallsmängd.

För att öka miljöfördelarna och minska miljö nackdelarna vid återanvändning och återvinning av avfallet är det viktigt att utveckla sortering och återvinning av avfall, så att större mängd återvinningsbart avfall och bättre kvalitet erhålls. Vid återanvändning av material som utfyllnadsmaterial kan nackdelar som spridning av föroreningar och övergödning minskas genom noggrann provtagning av avfallet. Det är även viktigt att använda materialet på platser där påverkan av avfallet är liten. Man kan exempelvis använda utfyllnadsmaterialet med låga

föroreningsnivåer vid områden som redan har högre bakgrundshalter som bullervallar vid vägar och industriområden för att minska påverkan och kunna använda större mängd avfall. Genom att minska återdeponeringen av avfall tillämpas avfallshierarkin och Sveriges mål på att minska mängden deponerat avfall (Naturvårdsverket, 2012). Det som behöver tas hänsyn till vid återvinning och återanvändning av avfall är att det ska finnas ett behov av materialet som bildas.

Tabell 4 och 5 visar att det finns fördelar och nackdelar för miljön vid landfills mining som inte beror på återvinningen av avfallet i Pinnemöllaparkens deponi respektive Sankt Hans deponin.

**Tabell 4.** Aspekter vid landfills mining av Pinnemöllaparkens deponi som kan påverka miljön och är inte direkt kopplat till återvinning av avfallet (Samlad information från: Elding & Björn, 2016; Hogland m.fl., 2004; Krook, 2010; SGU, 2013; Transportstyrelsen, 2016).

	Kommentar	Räckvidd	Miljöfördel	Miljönackdel
<b>Utsläpp av ämnen till luften under och efter grävning</b>	-Svavelväte och flyktiga organiska föreningar (VOC) som eventuellt är infångade i avfallsmassan frigörs  -Förbränning av diesel vid användning av fordon	-Globalt  -Lokalt	-Minskar risken för bildning av svavelvätegas i deponin efter utgrävning	-Eventuell utsläpp av svavelvätegas vid kontakt med organiskt material. Det är brandfarligt, giftigt vid inandning och ger illaluktande gas  -Utsläpp av kolmonoxid, kolväte, kväveoxider, VOC och partiklar från transport vilket kan leda till exempelvis övergödning & försurning
<b>Utsläpp av ämnen till mark och vatten under grävning</b>	-Läckage av ämnen från deponin till omgivande mark  -Läckage av vanadin, strontium och sulfat från lakvattnet till mark och vatten	-Lokalt	-Minskar risken för framtida läckage från deponin	-Vid spridning av föroreningar i naturen under utgrävning kan det ge konsekvenser, beroende på mängd och ämne  Exempel på konsekvenser: -Förgiftning vid stora mängder vanadin -Vid större mängder sulfat påverkas dricksvattenkvalitet i närliggande brunnar och en försurande effekt på omgivningen

**Tabell 5.** Aspekter vid landfill mining av Sankt Hans deponi som kan påverka miljön och är inte direkt kopplat till återvinning av avfallet (Samlad information från: Hogland m.fl., 2004; Krook, 2010; Transportstyrelsen, 2016).

	Kommentar	Räckvidd	Miljöfördel	Miljönackdel
Utsläpp av ämnen till luften under och efter grävning	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Minskad mängd metangas från deponin när en landfill mining har gjorts</li> <li>-Läckage från avfall som går sönder. Avfallet kan innehålla kemikalier och ämnen som till exempel klorfluorkarboner (CFC) från kylskåp</li> <li>-Förbränning av diesel vid användning av fordon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Globalt</li> <li>-Lokalt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Lägre utsläpp av växthusgaser till luften</li> <li>-Minskar risken för framtida läckage av gaser</li> <li>-Minskad risk för kvävning och förgiftning av metangas i hål i avfallet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Spridning av CFC i luften vilket skadar ozonet</li> <li>-Utsläpp av kolmonoxid, kolväte, kväveoxider, VOC, och partiklar från transport vilket kan leda till exempelvis övergödning och försurning</li> </ul>
Utsläpp av ämnen till mark och vatten under grävning	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Läckage av ämnen från deponin till omgivande mark</li> <li>-Avfall med innehåll av till exempel petroleumprodukter. Om dessa objekt går sönder sprids dess innehåll ut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Lokalt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Minskar risken för framtida läckage från deponin</li> <li>-Vid minskat läckage blir det lägre påverkan av kemikalier för fiskar i området</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Spridning av petroleumprodukter i närmiljöns mark och vatten vid ett läckage</li> <li>-Vid spridning av ämnen i naturen under utgrävning kan det ge konsekvenser, beroende på mängd och ämne</li> </ul>

Beroende på deponins avfall blir det olika fördelar och nackdelar ur miljösynpunkt vid utgrävning. Gemensamt för båda deponierna är att det sker utsläpp till luft, vatten och marken. Utsläppen från deponin är olika beroende på hur deponin är anlagd och hur mycket vatten som finns i deponin. Avfallet och hur deponin är anlagd inverkar också på hur miljön lokalt i området och globalt i världen påverkas. Ett utsläpp till luften påverkar mer globalt jämfört med utsläpp till mark och vatten. Avfallet i Sankt Hans deponin är lagt ovanför marken på höjden och har ett högre läckage av ämnen lokalt till marken i deponiområdet jämfört med Pinnemöllaparken som där avfallet är deponerat i en bergtäkt. Frågan är hur mycket av föroreningarna i omgivningen vid Sankt Hans som kommer från deponin och från asfaltsupplaget, det har inte angetts i kemianalyserna från området. Sankt Hans deponin har även mer hushållsavfall och metangasbildning jämfört med Pinnemöllaparkens deponi.

Däremot kan det finnas gips i avfallet vid Pinnemöllaparkens deponi som eventuellt bildar svavelväte. Om det skulle ske ett läckage från deponin skulle det förmodligen bli en påverkan lokalt i Pinnemöllaparkens område av valadin, strontium och sulfat. Deponin är belägen bredvid en åker och vid föroreningar i åkermarken påverkas dess användningsområde. Vid minskade gasutsläpp och läckage av ämnen från deponierna får deponierna ett lägre lokalt fotavtryck.

Skillnaden mellan fördelar och nackdelar ur miljöperspektiv både vid utvinning och utgrävning är att nackdelarna ofta är något som kan hända, men också kan undvikas. Fördelarna sker direkt, som när ett material återanvänds minskas råvaruproduktionen och det blir minskade utsläpp och energianvändning. Nackdelarna kan motverkas genom ett säkert arbete vid avfallshantering, bättre teknik och hur deponiområdet är under utgrävningen. Exempelvis kan utsläppen av ämnen från en förbränningsanläggning minskas genom bättre teknik i reningssystemet och bättre sorterat avfall, vid mindre farligt avfall vid förbränning blir det mindre utsläpp av föroreningar. Nackdelar med utsläpp av gaser och ämnen från deponin vid utgrävning kan undvikas genom åtgärder som att ha uppsamling av gas i deponin innan arbetet påbörjats och att reglera lakvattenmängden. Fordons utsläpp kan minskas genom användning av fordon med låga utsläpp och planera transporter. Uppsamling av gas och minskad spridning av ämnen hade även medfört fördelar för närbefolkningen i närområdet.

### 4.3.1 Hur en landfill mining av Pinnemöllaparken påverkar närbefolkningen

#### **Under landfill mining**

Med hjälp av tidigare studier om utgrävning av deponier (Johansson m.fl., 2012) uppskattas tid för att genomföra en landfill mining av Pinnemöllaparkens deponi till ett till två år. Befolkningen i området påverkas under denna period av andra aspekter jämfört med innan utgrävningen påbörjades, se tabell 6. När en utgrävning sker ska stora mängder avfall transporteras ut från området, detta medför en ökad belastning av tung trafik i närområdet jämfört med tidigare. Vid utgrävning av avfall kan stabilitetsproblem uppstå vilket kan leda till ras. Arbetet med grävmaskiner kommer tillsammans med fordonstrafiken och ras möjligen medföra högre ljudnivåer. Vibrationer i marken kan uppstå vid borrning och andra mekaniska åtgärder i marken.

I deponi finns ingen stor mängd organiskt avfall men en tydlig lukt kan uppstå när avfallet är i anaerob miljö. Ökad lukt uppstår även om svavelväte finns i deponin(Hogland, 1996).

Vid läckage av lakvatten och spridning av avfall och damm i exempelvis hård bläst kan det ske spridning av föroreningar i närområdet som förorenar mark och grundvatten.

### **Efter landfill mining**

När en landfill mining har skett återfylls området med rena massor. Det är nu ett område med minskad risk för sättningar i marken. Deponiområdets mark kan nu börja användas.

**Tabell 6.** Beskriver hur befolkningen i området påverkas av deponin före, under och efter en landfyllning av Pinnemöllaparkens deponi (Samlad information från: Arvidsson m.fl. 2012; Frändegård m.fl. 2013; Johansson m.fl. 2012; Jones m.fl. 2013; Krook 2010; Sundlov m.fl. 2011; Wengström & Bydén 2008a; Öman m.fl. 2009)

	Före	Under	Efter
<b>Mark</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Risk för sättningar vid byggnation på deponin</li> <li>-Möjlighet att komma i kontakt med avfallet</li> <li>-Kobolt, krom och nickel över riktvärde för MKM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vibrationer</li> <li>-Ökad belastning av tyngre fordonstrafik i närområdet</li> <li>-Spridning av föroreningar till mark</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Minskad risk för sättningar</li> <li>-Inga höga föroreningshalter</li> </ul>
<b>Vatten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Hög grundvattennivå</li> <li>-Högre halter av kalcium, strontiums vanadin, sulfat och högt pH i grundvattnet</li> <li>-Ingen påverkan på ytvatten</li> <li>-Litet utläckage av lakvatten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Förorening av grundvatten kan ske vid läckage av lakvatten</li> </ul>	
<b>Luft</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ingen tydlig lukt från avfallet</li> <li>-0 % metangas och lustgas</li> <li>-37 % koldioxid i avfallet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ökad mängd lukt</li> <li>-Eventuella svavelväteutsläpp vilket kan vara brandfarligt och giftigt och leda till kvävning vid höga koncentrationer.</li> </ul>	
<b>Övrigt</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Buller</li> <li>-Minskade ytor att vistas på</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Kan bygga i området</li> </ul>

## 4.3.2 Hur en landfill mining av Sankt Hans påverkar närbefolkningen

### **Under landfill mining**

Att utföra en landfill mining av Sankt Hans uppskattas ta fem till åtta år. Deponin ligger bredvid en stor väg, Norra Ringen, vilket minskar närbefolkningens påverkan av den ökade mängd tungtrafik som uppkommer vid utgrävning. Deponins avfall har deponerats över marken och det medför risk för ras vid grävning i avfallet. Ras, fordonstrafik, borrning och nedsänkning av avfall i containrar ökar ljudnivåerna i området. Norra Ringen medför höga bakgrundsnivåer och därför kan ljudnivåerna från deponiområdet verka mindre påtagligt (Socialstyrelsen, 2008). Avfallet innehåller förmodligen större mängder organiskt avfall som producerar metangas och illaluktande ämnen vid anaeroba förhållanden (Hogland, 1996). Metangasen och lukten kan spridas vid grävning i avfallet och om 5-15% metangas blandas med luft kan det ske explosioner (Rosqvist, 2015). Vid högre temperaturer kan även bränder uppstå (Hogland, 1996)

Vid en utgrävning kan det ske läckage av ämnen till omgivningen, både via avfallet och lakvattnet. Detta leder till förorening av mark och grundvatten samt kontaminering av ytvatten. Om det finns smittor i avfallet kan dessa spridas till människor och djur i området. Rivningsmassorna från Norra Fäladen kan bestå av asbest och asbestfibrerna kan spridas i naturen vid grävning. Stora mängder asbest kan utgöra fara för både arbetare och närboende vid inandning (Arvidsson m.fl., 2012).

### **Efter landfill mining**

När en landfill mining har gjorts av Sankt Hans kan marken börja användas.

En källa för spridning av ämnen i marken har försvunnit vilket leder till en mindre risk för ökade föroreningar i mark och vatten. Förhoppningsvis ska fisken i Vallkärrabäcken påverkas mindre och missbildningarna på fiskarna kommer att försvinna i framtiden. Det blir också en minimerad metangas produktion i deponiområdet vilket gör att risken för kvävning av människor och större metangasläckage från deponin försvinner.



**Tabell 7.** Visar hur befolkningen påverkas före, under och efter en landfills mining av Sankt Hans deponi (Samlad information från: Wengström, 2008; Wengström & Bydén, 2008b; Öman m.fl., 2009; Krook, 2010; Frändegård m.fl., 2013; Arvidsson m.fl., 2012; Johansson m.fl., 2012; Jones m.fl., 2013).

	Innan	Under	Efter
<b>Mark</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Höga halter PAH på vissa ställen i marken</li> <li>-Halter av alifater, tungmetaller och oljeindex finns i avgränsande dammars sediment och lakvattenkulvertens sediment</li> <li>-Risk för sättningar vid byggnation på deponin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Vibrationer</li> <li>-Stabilitetsproblem</li> <li>-Spridning av föroreningar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Inga höga föroreningshalter</li> <li>-Minskad risk för sättningar</li> </ul>
<b>Vatten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Läckage från lakvatten till ytvattendrag</li> <li>-Halter av nickel, arsenik, PAH och glyfosfat i lakvattnet</li> <li>-Stora mängder lakvatten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Spridning av föroreningar, risk för kontaminering av ytvatten</li> <li>-Spridning av smittor från avfallet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Minskning av missbildningar på fisken i Vallkärrabäcken</li> </ul>
<b>Luft</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Innan åtgärder på deponin gjordes fanns på vissa ställen läckage av större mängd deponigas</li> <li>-40-45% metangas och 56% koldioxid i avfallet</li> <li>-Ingen lukt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Spridning av damm, exempelvis asbestfibrer från äldre byggnadsmaterial</li> <li>-Lukt från avfallet</li> <li>-Utsläpp av metangas</li> <li>-Metangas explosioner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Minimering av metangasutsläpp</li> </ul>
<b>Övrigt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Missbildningar på fiskars skelett i Vallkärrabäcken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Buller</li> <li>-Bränder</li> <li>-Minskade ytor att vistas på</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Kan bygga i området</li> </ul>

Människor som bor och vistas i området runt Sankt Hans påverkas olika av deponin före, under och efter en landfill mining, se tabell 7.

Före en landfill mining av deponierna påverkas befolkningen, framförallt mindre barn, vid Sankt Hans deponin mer jämfört med Pinnemöllaparkens deponi vid intag av stora mängder jord och ytvatten oralt. Även fiskar i närliggande bäck är påverkade vid Sankt Hans deponi. Detta beror på utformningen av deponin och läckage av föroreningar.

När utgrävningen påbörjats ökar påverkan för befolkningen vid båda deponierna. Skillnaden mellan deponierna är att i Sankt Hans backar förekommer det utsläpp av metangas från deponin medan i Pinnemöllaparken blir det ökade transporter och eventuellt kan det uppstå bildning av svavelväte, från gips. Vatten, luft och övrigt påverkas mer vid Sankt Hans jämfört med Pinnemöllaparken, se tabell 6 och 7. Skillnaden beror på utformningen, placering av deponin och avfallsinnehållet.

Under en landfill mining av deponierna bedöms det att närbefolkningen inte kommer kunna skadas så länge de inte kommer i kontakt med utgrävningsområdet och avfallet. Dock kan vinden sprida damm, innehållande föroreningar, från deponiområdet som kan påverka närbefolkningen. Största skillnaden för invånarna under en landfill mining är upplevelserna. Exempelvis att vistelse i området kommer bli begränsat under en längre tid, högre ljudnivåer dagtid och lukt från avfallet. Upplevelserna och dammspridning medför att avståndet till deponin spelar roll, ett boende nära deponin påverkas mer än en bostad längre bort. Vid ett tätbefolkat område blir därför fler hushåll påverkade. För att minska påverkan är planering av utgrävning, hur utgrävningen utförs och vilka skyddsåtgärder som görs för att minimera påverkan för närbefolkningen viktig. Vid ett noggrant arbete kan många risker minskas, som spridning av föroreningar eller damm från asbest, genom att rätt metoder och tekniker används. Många utsläpp som lukt och gas kan undvikas genom uppsamling av gas och förbehandling av avfallet innan utgrävning.

Säkerheten för arbetare och närbefolkning är en viktig del att tänka på vid utgrävningen. Bristande kunskap om vad som är deponerat i en deponi kan medföra olyckor från plötsliga oförutsedda händelser som sättningar, ras och fickor med större mängder gas och vatten. För att undvika dessa olyckor är det viktigt med en utbildad och välutrustad personal och att det finns ordentliga staket runt området som förhindrar tillträde för obehöriga.

Gemensamt för båda deponierna efter landfill mining är att föroreningar och avfall är borta samt att marken kan användas för att byggas på. Vid Sankt Hans blir det även positiva effekter för fiskarna, befolkningen och inget metangas-utsläpp. Om deponiområdena ska användas för byggnation av bostäder ska riktvärden för känslig markanvändning, KM, alternativt platsspecifika riktvärden uppfyllas (Naturvårdsverket, 2009). Det är därför viktigt att kontrollera att massorna som använts vid utjämnning av marken efter utgrävning är rena. Om riktvärdena för KM inte uppfylls kan marken i området användas för kontor- och industrifastigheter.

Då ska att riktvärden för MKM uppfyllas (Naturvårdsverket, 2009). Vid bägge deponiområdena finns skola i närheten. Barn är känsligare mot kemikalier jämfört med vuxna. Barn intar också större mängder jord och vatten oralt (Kemikalieinspektionen, 2014). Därför blir det en säkrare plats att vistas i för barn efter en landfill mining då området innehåller en lägre mängd föroreningar.

Varje år byggs det nya bostäder i Lund och Dalby. I översiktsplanen för städerna står det att utbyggnaden ska i första hand göras genom förtätning av bebyggda områden (Lunds Kommun, 2010). Runt städerna finns också den värdefulla klass ett åkermarken som ska undvikas att användas för bostadsbyggnation (Lunds kommun, 2010). Om det byggs på Sankt Hans och Pinnemöllaparkens områden medför det förtätning och minskad exploatering av åkermarken. Samtidigt behöver befolkningen grönområden i tätorten att vistas i (Lunds kommun, 2010). Därför är det viktigt att vid en exploatering på områdena behålla en grön miljö som kan användas av befolkningen, förslagsvis en mindre park.

Det som gör Sankt Hans område attraktivt är att det ligger nära Lunds centrum, skola, apotek, mataffär och är bra beläget för pendlare. Därför med rätt vision för området skulle det nya området kunna bli ett attraktivt att bo i. Dock finns det omnämnda lagringsytan för kompostavfall och asfaltskross vid Sliparebacken, se figur 3, och hur lagringsytan påverkar närområdet behöver undersökas. Pinnemöllaparken ligger också i närheten av skola och centrum, därför tror jag att området hade varit ett attraktivt område att bygga bostäder på.

Innan en landfill mining av deponin vid Pinnemöllaparken och Sankt Hans har värdet av områdena varit lågt både ur ett exploaterings- och miljöperspektiv eftersom det innehåller avfall och föroreningar. När en landfill mining har gjorts blir det ett högre ekonomiskt värde på marken, eftersom marken kan exploateras, samtidigt som miljöriskerna för närboende och kringliggande områden minskas. Beroende på om marken i området används som byggnation av kontors- och industrifastigheter eller bostäder blir priset på tomten olika. Bostäder är bättre ur miljösynpunkt jämfört med industri och kontorslokaler eftersom det är högre krav på lägre halter föroreningar i marken vid riktvärdena KM.

Varför det är viktigt att göra en landfill mining är även att det blir skillnad för underhåll och skötsel av deponiområdet. En nedlagd deponi måste kontrolleras och eventuella utsläpp och risker åtgärdas under lång tid framöver. Man vet inte heller vad som sker i en deponi efter 100 år, då det inte finns så många deponier som är så gamla ännu (Hogland, 1996). Förmodligen kommer deponin börja laka ut metaller och andra ämnen (Hogland, 1996). För tillfället skjuts problemet på framtiden till generationen efter oss. Det som talar för att inte göra en landfill nu är att det förmodligen finns bättre metoder i framtiden. Samtidigt behövs fler utgrävningar göras för att utveckla bättre metoder och kvalitén på avfallet blir sämre ju äldre avfallet blir. Detta är därför en avvägningsfråga om framtida generationer ska ta hand om vårt avfall eller om vi ska göra det själva.

När val av deponier gjordes valdes deponier som låg vid bostäder i närheten av Lund. De utvalda deponierna används idag som parkområden vilket förmodligen uppskattas av närboende. Därför hade en landfill mining av deponierna medfört en större negativa respons av landfill mining jämfört med en nedlagd deponi utan parkmiljö.

I arbetet gjordes en kvalificerad gissning av avfallsmängd, innehåll och återvinningsmöjligheter i deponierna. De uppskattade värdena kan vara större alternativt mindre i verkligheten än vad som har uppskattats, beroende på vilken kvalitet och hur nedbrutet avfallet är. Detta kan medföra att vid en upprepad studie i framtiden kan ett annorlunda resultat uppnås. I arbetet har ett flertal myndighetsrapporter används, dessa har granskats kritiskt vid användning för att inte använda källor som kan vara vinklade för att uppnå ett visst syfte.

## 6. Slutsats

I industrideponin Pinnemöllaparken finns det en större andel avfall som kan återdeponeras och återanvändas vid en landfills mining. I hushållsdeponin Sankt Hans finns en större andel avfall som kan energi- och materialåtervinnas. Sammanfattningsvis ger deponierna fördelar ur ett miljöperspektiv som ersättning av jungfruliga råvaror och en minskning av växthusgasutsläpp. Nackdelar som uppkommer ur ett miljöperspektiv vid landfills mining av deponierna är utsläpp av exempelvis föroreningar till luft, mark och vatten.

Före en landfills mining sker av deponierna Pinnemöllaparken och Sankt Hans påverkas närbefolkningen enbart via oralt intag av jord och vatten från deponiområdena. Under landfills mining kommer befolkningen i närområdet framförallt påverkas av högre ljudnivåer, lukt, damm och minskad framkomlighet i deponiområdet. De nackdelar som finns kan minskas genom förebyggande åtgärder. Efter utgrävningen kommer livsmiljön att bli bättre för befolkningen jämfört med innan landfills mining påbörjades och användning av området kan medföra minskad byggnation på den värdefulla klass ett åkermarken.

En landfills mining av en deponi som är ett attraktivt parkområde påverkar närboende mer om deponin ligger i ett tätbefolkat område jämfört med ett glesbefolkat område. Däremot är för- och nackdelarna ur ett miljöperspektiv detsamma. Därför är det ur miljösynpunkt och för befolkningen bra att göra en landfills mining vid bebyggelse som vid Pinnemöllaparkens deponi och Sankt Hans deponi.

För att få ytterligare kunskap om hur en landfills mining påverkar närbefolkningen och miljön vid en nedlagd deponi rekommenderas en studie om en landfills mining av en deponi som inte är ett parkområde och är beläget vid ett större ytvatten som hav eller sjö. Rekommenderar även att en kvantitativ studie görs i hur miljön påverkas av en landfills mining och återvinning av olika avfallsorter för att i framtiden öka kunskaperna om fördelarna och nackdelarna med landfills mining.

## 7. Tack

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Martijn van Praagh för stöd under hela examensarbetet och goda råd och nyttiga kommentarer.

## 8. Referenser

- A. Arafat, H. Jijakli, K. och Ahsan, A. 2015. Environmental performance and energy recovery potential of five processes for municipal solid waste treatment. *Journal of Cleaner Production*. 105: 233-40.
- Arvidsson, L. Heander, E. Hedenstedt, A. van Praagh, M. M. Persson, K. och Serti, S. 2012. *Avfall Sveriges Deponihandbok*. Rapport D2012:02. Avfall Sverige, Malmö. 180 s.
- Avfall Sverige. 2015. Förebyggande av avfall. <http://www.avfallsverige.se/avfallshantering/foerebyggande-av-avfall/> Hämtad 2016-04-28
- Avfall Sverige. 2016a. Avfallstrappan. [http://sopskolan.se/Part2\\_fakta.html#](http://sopskolan.se/Part2_fakta.html#) Hämtad 2016-04-28
- Avfall Sverige. 2016b. Förbränning. <http://www.sopor.nu/En-sopas-vaeg/Soppaasen/Foerbraenning> Hämtad 2016-05-06
- Bydén, S. 2008. Vallkärra bäcken Norra Lunds avrinning. Melica, Göteborg. 15 s.
- Bydén, S. 2012. Undersökning av geohydrologiska förhållanden kring St Hans deponi i Lund. Melica, Göteborg. 30 s.
- Ek, B. Thunholm, B. Östergren, I. Falk, R. och Mjönes, L. 2008. Naturligt radioaktiva ämnen, arsenik och andra metaller i dricksvatten från enskilda brunnar. Rapport 2008:15. Strålsäkerhetsmyndigheten, Stockholm. 2014 s.
- Elding, L. och Björn. 2016a. Vanadin, Nationalencyklopedin. <http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/vanadin> Hämtad 2016-04-28
- Eniro. 2016. Kartor. <http://kartor.eniro.se> Hämtad 2016-04-21
- Eriksson, O. Carlsson Reich, M. Frostell, B. Björklund, A. Assefa, G. Sundqvist, J. Granath, J. Baky, A. och Thyselius, L. 2005. Municipal Solid Waste Management from a Systems Perspective. *Journal of Cleaner Production*. 13:241-252.
- EUR-Lex. 2015. EU:s lagstiftning om avfallshantering. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=URISERV%3Aev0010> Hämtad 2016-04-28

- Frändegård, P. Krook, J. Svensson, N. och Eklund, M. 2013. Resource and Climate Implications of Landfill Mining a case study of Sweden. *Journal of Industrial Ecology*. 17:742-755.
- Geodataportalen. 2016. Geodata Sverige bit för bit.  
<https://www.geodata.se/GeodataExplorer/> Hämtad: 2016-06-03
- Gusca, J. Fainzilbergs, M. och Muizniece, I. 2015. Life cycle assessment of landfill mining project. *Energy Procedia*. 72:322-8.
- Havs och vattenmyndigheten. 2007. Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon. Handbok 2007:4. Havs och vattenmyndigheten, Göteborg. 414 s.
- Helsingborgs Stad. 2011. Avfallsplan 2011-2015, Helsingborg stad. 64 s.
- Hogland, W. 1996. Materialåtervinning från gamla deponier. AFR-report 138. Naturvårdsverket. Stockholm. 60 s.
- Hogland, W. Marques, M. och Nimmermark, S. 2004. Landfill mining and waste characterization: a strategy for remediation of contaminated areas. *Journal of Material Cycles & Waste Management*. 6:119- 124.
- Johansson, N. Krook, J. och Eklund, M. 2012. Transforming dumps into gold mines. Experiences from Swedish case studies. *Environmental Innovation and Societal Transitions*. 5:33- 48.
- Jones, P. Greysen, D. Tielemana, Y. Van prassel, S. Ponikies, Y. Blanpain, B. Quaghebeur, M. och Hoekstra, N. 2013. Enhanced Landfill Mining in view of multiple resource recovery: a critical review. *Journal of Cleaner Production*. 55:45-55.
- Lomma Kommun. 2011. Översiktsplan 2010 för Lomma kommun. Lomma. 147 s.
- Lunds kommun. 2010. Översiktsplan 2010 för Lunds kommun. Lund. 188 s.
- Lunds kommun. 2012. Avfallsplan Lunds kommun. Lund. 29 s.
- Lunds kommun. 2014. Uteklassrum Sankt Hans backar.  
<http://www.lund.se/Naturskolan/Uteklassrum/Sankt-Hans-backar/>  
Hämtad 2016-04-21
- Länsstyrelsen Jönköping. 2010. Information om schaktmassor. Länsstyrelsen Jönköping, Jönköping. 2 s.
- Kemikalieinspektionen. 2014. Kemikalier i barns vardag. Kemikalieinspektionen, Stockholm. 28 s.



- Krook, J. 2010. Miljökonsekvenser av integrerad sanering och återvinning av kommunala och industriella deponier. Naturvårdsverket, Linköping. 14 s.
- Naturvårdsverket. 2005. Strategi för hållbar avfallshantering Sveriges avfallsplan. Naturvårdsverket, Stockholm. 92 s.
- Naturvårdsverket. 2009. Riktvärden för förorenad mark, modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976. Naturvårdsverket, Stockholm. 270 s.
- Naturvårdsverket. 2010. Återvinning av avfall i anläggningsarbeten, handbok. Rapport 2010:1. Naturvårdsverket, Stockholm. 86 s.
- Naturvårdsverket. 2012. Avfall, två etappmål.  
<http://www.miljomal.se/sv/etappmalen/Avfall/> Hämtad 2016-05-20
- Naturvårdsverket. 2015. Återvinning ur nedlagda avfallsanläggningar. Redovisning av ett regeringsuppdrag. Naturvårdsverket, Stockholm. 99 s.
- Naturvårdsverket. 2016a. Deponering av avfall.  
<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Avfall/Deponering-av-avfall/> Hämtad 2016-05-13
- Naturvårdsverket. 2016b. Att inventera och åtgärda nedlagda deponier.  
<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Avfall/Deponering-av-avfall-/Nedlagda-deponier/> Hämtad 2016-05-13.
- Naturvårdsverket. U.å. Utsläpp i siffror, Sysavs förbränningsanläggning.  
<http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Sok/Anlaggningsida/?pid=2675> Hämtad 2016-04-28
- Nilsson, P. 2007. Återvinning, återvinningscentralen.  
<http://www.atervinningscentralen.se/web/page.aspx?refid=180>  
Hämtad 2016-04-28
- Oredsson, S. 2012. Lunds historia- staden och omlandet 3. Modern tid. Där tankar möts. Elanders fälth & hässler, Värnamo. 514 s.
- Persson, G. Wilander, A. Willén, W och Willstedt, T. 2007. Overdosering av kalk; Underlag till revision av Naturvårdsverkets handbok för kalkning av sjöar och vattendrag. Rapport 2007:3. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. 41 s.
- Rosqvist, H. 2015. Muntlig kommunikation. 2015-11-12
- Rånlund, E. 2016. Muntlig kommunikation. 2016-04-13

- SCB. 2016. Befolkningsutveckling; födda, döda, in- och utvandring, gifta, skilda 1749–2015. [http://www.scb.se/sv\\_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Befolkning/Befolkningens-sammansattning/Befolkningsstatistik/25788/25795/Helarsstatistik--Riket/26046/](http://www.scb.se/sv_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Befolkning/Befolkningens-sammansattning/Befolkningsstatistik/25788/25795/Helarsstatistik--Riket/26046/) Hämtad: 2016-04-07
- SFS 2001:512. Förordning om deponering av avfall. Miljö- och energidepartementet. Stockholm.
- SFS 2013:253. Förordning om förordning av avfall. Miljö- och energidepartementet. Stockholm.
- SGU. 2013. Bedömningsgrunder för grundvatten. Rapport 2013:01. SGU, Uppsala. 238 s.
- SGU. 2014. Bergverksstatistik 2014. Periodiska publikationer 2015:1. SGU, Uppsala. 74 s.
- SGU. 2016. SGUs kartvisare brunnar. <http://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-brunnar-sv.html> Hämtad 2016-04-28
- Sparrenholm, C. 2016. Muntlig kommunikation. 2015-11-10
- Socialstyrelsen. 2008. Buller höga ljudnivåer och buller inomhus. Artikelnr 2008-101-4 Socialstyrelsen, Stockholm. 101 s.
- Sundlöf, B. Lindskog, Å. Och Rosander, M. 2011. Byggande och anläggande på och i anslutning till gamla avfallsupplag. Rapport U2011:07. Avfall Sverige, Malmö. 76 s.
- Sysav. 2015. Klimatbokslut 2015. Sysav, Malmö. 20 s.
- Transportstyrelsen. 2016. Avgaser. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Miljo/Luftkvaliet-i-tatorter/Avgaser/> Hämtad 2016-04-28
- Van Praagh, M. Och Modin, H. 2014. Metodik för provtagning och analys av förorenad betong. Rapport U2014:08. Avfall Sverige, Malmö. 80 s.
- Wengström, T. 2008. St Hans Backar provpumpning av gas. Melica, Göteborg. 11 s.
- Wenström, T. och Bydén, S. 2008a. Fyra äldre deponier i Lunds kommun. Melica, Göteborg. 40 s.
- Wenström, T. och Bydén, S. 2008b. Kemiaanalyser i Vallkärrabäcken. Melica, Göteborg. 27 s.
- Wenström, T. och Bydén, S. 2008c. Åtgärdsprogram för Vallkärrabäcken Lunds kommun 2008. Melica, Göteborg. 16 s.

Wagner, T. och Raymond, T. 2015. Landfill mining: Case study of a successful metals recovery project. *Waste Management*. 45:448-457.

Öman, C. Malmberg, M. och Wolf-Watz, C. 2009. Handbok för lakvattenbedömning, metodik för karakterisering av lakvatten från avfallsupplag. RFV Rapport 00:7. ILV Svenska miljöinstitutet AB, Stockholm. 102 s.



**LUNDS**  
UNIVERSITET

**WWW.CEC.LU.SE**  
**WWW.LU.SE**

Lunds universitet

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