

Slutrapport av etapp 1 och 2

Nyköpings kommun

Deponigasutredning Kungshagen

Nyköping 2018-08-13

Deponigasutredning Kungshagen - Slutrapport etapp 1 och 2

Slutrapport av etapp 1 och 2

Datum	2018-08-13
Uppdragsnummer	1320007831-027
Utgåva/Status	SLUTLIG

Therese Stark

Lotta Persson

Christian Maurice

Uppdragsledare

Handläggare

Granskare

Ramböll Sverige AB
Hospitalsgatan 20
611 32 Nyköping

Telefon 010-615 60 00
Fax

Sammanfattning

Ett flertal undersökningar har tidigare gjorts av området Kungshagen för att utvärdera eventuella markföroreningar och risker för deponigasbildning och spridning som kan påverka framtida exploateringsmöjligheter.

Under åren 2016-2018 har kompletterande undersökningar gjorts i området för att bedöma deponigasbildningen. De undersökningar som har gjorts är:

- Walk-over survey som kartlagt utsläpp av metangas i marknivån över stora delar av området med hjälp av portabla gasmätare.
- Statiska kammarförsök där halten av metangas/koldioxid har mätts under en tidsperiod och ett uppskattat flöde sedan har beräknats.
- Grundvattenmätning för att kartlägga grundvattennivån och riktningen i området.
- BMP-försök där uttaget material under gynnsamma förutsättningar på laboratorium undersökts med avseende på metangasbildning.

Resultaten från de olika försöken finns redovisade i föreliggande slutrapport.

I Walk-over survey:n kunde låga halter av metangas uppmätas i marknivå på vissa ställen samt i några grundvattenrör. Resultaten från statiska kammarförsöken och BMP testen tyder på att avfallet i området till stor del är nedbrutet och gasbildningspotentialen vid ytan är låg.

Grundvattnet i området följer till stor del topografin i området och är ytligt, framförallt mot Stadsfjärden. Flödesriktningen bedöms vara mot Stadsfjärden med en eventuell vattendelare i områdets östra del.

Beräknad gasbildningstakt bedöms utifrån genomförda mätningar vara låg och halten organiskt material som finns i underliggande fyllnadsmassor bedöms till stor del vara nedbrutet. Det kan dock inte uteslutas att det finns punktkällor inom området där en mer aktiv nedbrytningsprocess av organiskt material pågår och det finns en risk med att gas kan tränga upp i området. Vid byggnation i området bör hänsyn tas till eventuella gasemissioner.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	3
2.	Områdesbeskrivning.....	3
3.	Genomförda undersökningar.....	4
4.	Nya undersökningar, genomförda 2016-2018.....	5
4.1	Walk-over survey	5
4.2	Grundvattenmätningar	6
4.3	Statiska kammarförsök.....	8
4.4	BMP-test.....	9
5.	Samlad bedömning och slutsats	9
6.	Referenser	10

Bilagor

Bilaga 1 – PM Walk-over survey

Bilaga 2 – PM statiska kammarförsök

Bilaga 3 – PM grundvattenförhållanden

Bilaga 4- PM BMP-test

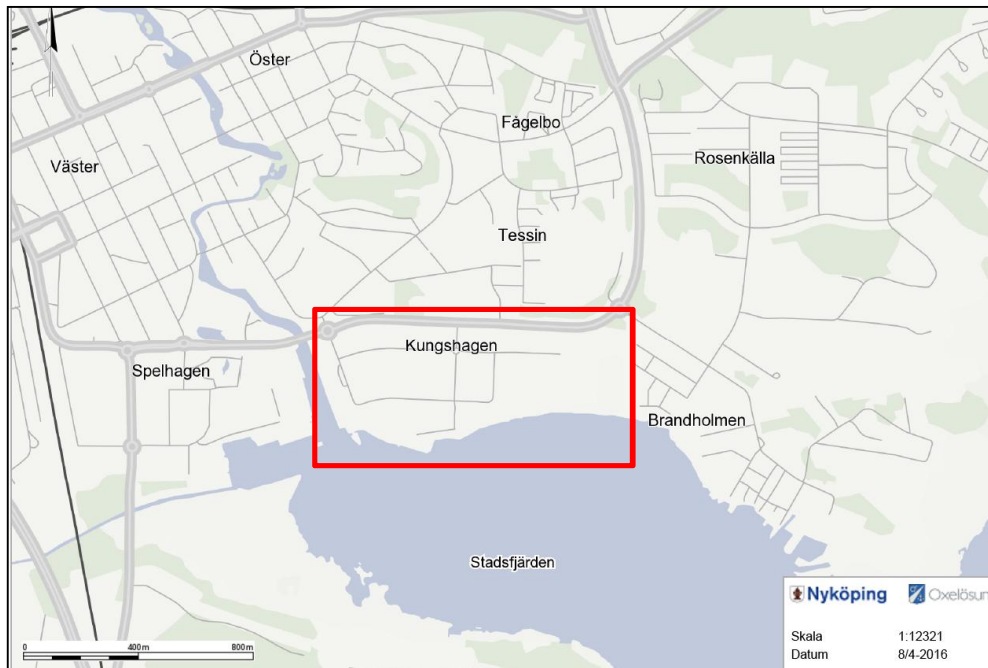
1. Inledning

Ramboll har åt Nyköpings kommun fått uppdraget att utifrån tidigare undersökningar i området Kungshagen kartlägga spridningsvägar för deponigas, spridning av identifierade markföroreningar samt mäta grundvattennivåer för att försöka se eventuella fluktuationer av grundvattennivån. Detta för att kunna göra en samlad helhetsbedömning av Kungshagen. I uppdraget har det även ingått att genomföra en "walk-over survey", en undersökning av marken i området för att mäta gasemissioner och identifiera eventuella utsläpp av deponigasen till atmosfären.

Syftet med denna rapport är att sammanställa resultat från tidigare undersökningar med avseende på markföroreningar och gasmätningar samt redovisa för de kompletterande undersökningar som Ramboll har genomfört under 2016-2018. I tidigare rapport (Ramboll, 2017) görs en genomgång av samtliga tidigare undersökningar som är gjorda med avseende på gasmätningar i området.

2. Områdesbeskrivning

Nyköpings kommun har för avsikt att på sikt omvandla Kungshagen, se Figur 1, till ett område för bostäder, verksamheter och rekreation nära vattnet. På området finns idag lättare industri samt handel- och kontorslokaler. Historiskt sett har det, i Kungshagen, bland annat funnits ett gasverk, hamnverksamhet och annan miljöstörande industri. Stora delar av området har fyllts ut i omgångar med olika typer av avfall, någon tydlig gränsdragning mellan avfallsslagen finns inte. Ett flertal markundersökningar har genomförts inom olika delområden av Kungshagen för att kartlägga spridning och föroreningsinnehåll i området, för att på så sätt identifiera vilka åtgärder som behöver vidtas i samband med omvandling av Kungshagen.



Figur 1. Karta över Nyköping, rödmärkning visar området Kungshagen (www.kartor.nykoping.se).

3. Genomförda undersökningar

Ett flertal undersökningar har gjorts av området Kungshagen och olika delområden för att utvärdera eventuella markföroreningar och risker för gasspridning som kan påverka framtida exploateringsmöjligheter.

Tidigare undersökningar som har genomförts i Kungshagen och som ligger till grund för detta arbete finns avrapporterade i "Deponigasutredning Kungshagen-Mellanstämning mellan etapp 1 och 2" (Ramboll, 2017):

- Ingenjörbyrån VIAK, 1961. Yttrande över översiktlig grundundersökning för området söder om Brandholmsvägen i Nyköping.
- VIAK AB, 1985. Nyköpings kommun, Kungshagen, provtagning.
- WSP, 2007. PM Miljöteknisk markutredning, Nyköpings kommun, Kungshagens f.d gasverk
- Sweco, 2003. Översiktlig miljöteknisk undersökning.
- Sweco, 2004. Kungshagen, kompletterande miljöteknisk markundersökning av tidigare ej undersökt delområde.
- Sweco, 2007. Östra Kungshagen, reviderad riskbedömning samt framtagande av förslag på mätbara åtgärds mål.
- Sweco, 2008a. Vattenlek-Miljö, Översiktlig miljöundersökning inför detaljplanering av vattenlek.

- Sweco, 2008b. Lekplats, Kungshagen, Miljöundersökning av befintlig lekplats, Kungshagen.
- WSP, 2010. Busstänk i Sverige AB, Svärdet 3, Nyköpings kommun; Översiktlig miljöteknisk markundersökning.
- Structor, 2010. Riskbaserad åtgärdsutredning, Östra Kungshagen Nyköpings kommun.
- Sweco, 2011. Lansen 13, fördjupad miljöteknisk undersökning samt åtgärdsutredning.
- Niras, 2012. Översiktlig miljöteknisk markundersökning, Kungshagen, Nyköping.
- Vectura, 2013. Kompletterande miljöteknisk undersökning med avseende på deponigas.

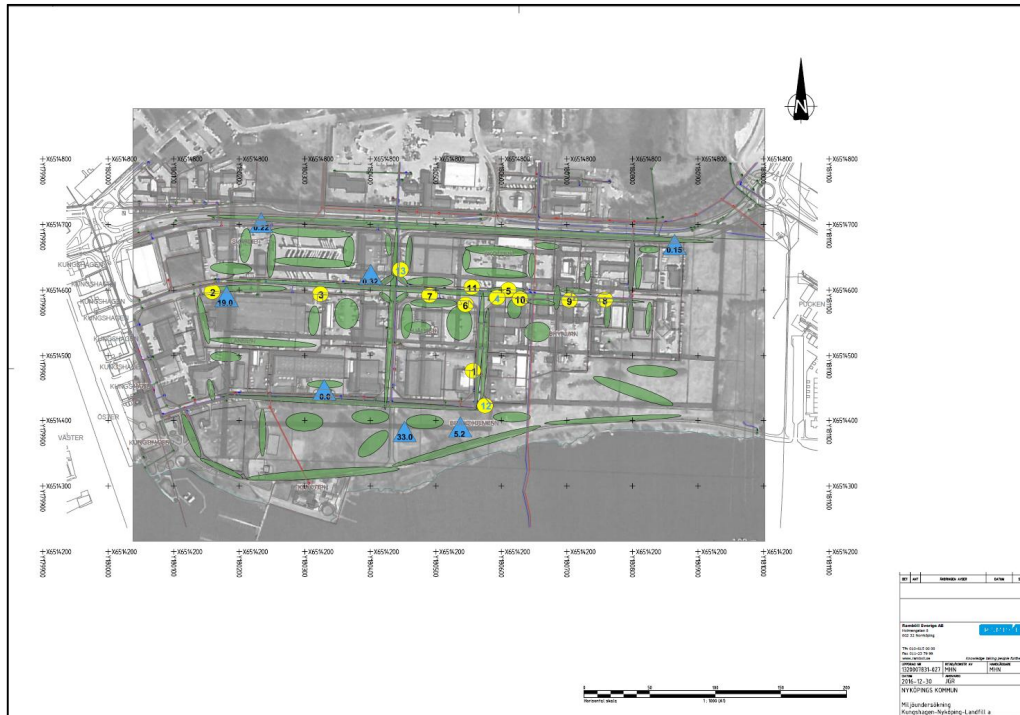
Kompletterande undersökning av eventuella gasutsläpp i marknivå inom Kungshagen har genomförts av Ramboll och ingår i denna sammanställning:

- Ramboll, 2016. Walk-over landfill gas survey (bilaga 1)
- Ramboll, 2018 PM statiska kammarförsök (bilaga 2)
- Ramboll, 2018 PM grundvattenförhållanden (bilaga 3)
- Ramboll, 2018 PM BMP-test (bilaga 4)

4. Nya undersökningar, genomförda 2016-2018

4.1 Walk-over survey

Ramboll genomförde 2016 en "walk-over survey" av hela området Kungshagen (bilaga 1). Undersökningen fokuserade på mätning av deponigas i marknivå och gjordes i syfte att se om det sker en transport av deponigas genom marken till atmosfären. Resultatet visar att metangas i marknivå förekommer inom Kungshagen men tycks främst vara lokaliserat till punkter längs med Gasverksvägen som sträcker sig genom hela Kungshagen, se Figur 2. De flesta punkterna längs med Gasverksvägen som gav utslag för metangas finns i Kungshagens centrala och östra delar. Förekomst av låga halter metangas mättes även upp i några av de installerade grundvattenrör som finns utspritt i området. Den högsta halten mättes dock upp i ett rör som finns i södra delen av Kungshagen. Resultatet redovisas i nedanstående figur där grönmärkade ytor visar ytor där ingen gas detekterades. Punkter där låga halter under 0,2 ppm uppmättes är märkade med gult och har svart text. Halter över 0,2 ppm redovisas med gult och har blå text. Blåa trianglar visar uppmätta halter i installerade grundvattenrör i området. Provpunkterna 1, 4, 5 och 13 påvisade förekomst av koldioxid men ingen metangas.



Figur 2. Uppmätta halter av metangas och koldioxid i område Kungshagen, undersökning utförd av Ramböll 2016. Färgmarkering inom delområdet betyder: grönt= ingen gas detekterad, gul cirkel med svart text= låga halter $< 0,2 \text{ ppm}$, gult med blå text= låga halter $> 0,3 \text{ ppm}$, blå triangel med svart text= uppmätta halter i grundvattenrör (Ramböll, 2016).

Markundersökningen visade på förekomst av deponigas i installerade grundvattenrör utspridda inom Kungshagen och där ej alla rör finns inom bedömda "riskområden" (centrala och nordöstra delarna) enligt Niras och Vectura. Detta kan vara en indikation på att gasen förflyttar sig genom underliggande fyllnadsmassor. Gasemissionerna var mycket låga vid mättillfället. Ett grundvattenrör stack ut och visade på betydligt högre halter (men fortfarande låga halter) än övriga undersökta grundvattenrör. Röret är lokaliserat i södra delarna av Kungshagen.

Undersökning genomfördes även vid Lennings väg då vägen på förhand misstänktes kunna vara en potentiell spridningsväg för eventuell deponigas. De flesta vägar ansluts till Lennings väg och samma gäller för ledningsstråk i området. Mätningarna visade dock inte på förekomst av några halter av metangas ovan jord vid Lennings väg eller omkringliggande icke hårdgjorda ytor.

4.2 Grundvattenmätningar

Vid fyra tillfällen under hösten 2016 och fem tillfällen under 2017 har grundvattennivån avlästs med hjälp av klucklod i syfte att försöka utläsa variationer och samband mellan uppmätta nivåer. Samtliga grundvattenrör som är

installerade i området redovisas i Figur 3. På grund av olika omständigheter har dock alla rör inte kunnat provtas.

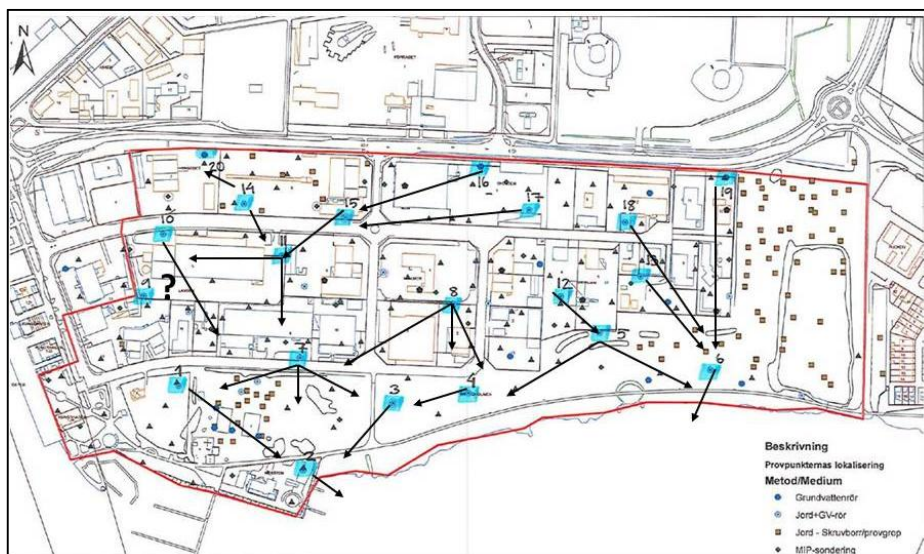


Figur 3. Grundvattenrör som finns installerade i Kungshagen samt dess numrering.

Resultaten visar att det är svårt att se några trender i grundvattennivåerna, vilket även har konstaterats i tidigare genomförda undersökningar. Hade det funnits ett tydligt dominerande grundvattenflöde genom området borde det ha syns i de uppmätta nivåerna.

Det är även svårt att göra någon bedömning om nivån i hamnbassängen har någon större inverkan på grundvattnet i Kungshagen. Däremot kan det konstateras att grundvattnet i Kungshagen är relativt ytligt och befinner sig ca 1-2 m under markytan, än mer ytligt i de södra delarna närmast Stadsfjärden. Nivån i hamnbassängen till stor del är ca 0-0,3 m över medelvattennivån. Flödesriktningen för grundvattnet bedöms generellt vara sydlig, mot Stadsfjärden med en potentiell grundvattendelare genom områdets östra del. Grundvattennivåerna bedöms under mätperioden att vara stabila och följer topografin i området. Den troliga flödesriktningen på grundvattnet redovisas i Figur 4.

Stora variationer i vattennivån skulle kunna leda till en pumpeffekt som driver deponigas bort från området. Inget i resultaten tyder på det skulle kunna vara fallet



Figur 4. Uppskattad bedömning av grundvattnets strömning i Kungshagen utifrån uppmätta grundvattennivåer under perioden hösten 2016-2017.

4.3

Statiska kammarförsök

För att kunna kartlägga hur mycket deponigas som avgår från marken (gastransporten) har Ramboll genomfört mätningar med en metod som kallas statiska kammare. En statisk kammare är en behållare som läggs på markytan in i vilken gasen tillåts diffundera. Utifrån takten i vilken gashalten ökar i kammaren kan ett flöde beräknas. Mätningar har genomförts vid sex tillfällen under 2017 och 2018.



Figur 5. Foto från föreliggande mätning av gas i Kungshagen 2017-2018.

Vid deponigasbildning är andelen metan och koldioxid lika. Normala koldioxidhalter i luften ligger mellan 300-400 ppm. De uppmätta koldioxidhalterna var förhöjda jämfört med normala halter i luften och visar på en transport av koldioxid ur marken. Ingen metanhalt har dock kunnat detekteras. Varför metan inte kunnat detekteras i samband med dessa mätningar bedöms bero på att gasbildningen är låg, vilket leder till låga flöden och att metanet oxideras till koldioxid innan det når markytan.

I tidigare mätningar mättes porgas djupare i marken, vilket visade förekomst av metan men det ger ingen information om gasbildningstakten. Resultaten indikerar att gastransporten är begränsad. Det organiska materialet i avfallet misstänks till stor del vara nedbrytet. Nedbrytningen av kvarvarande fraktion organiskt material verka ske aerobt.

4.4 BMP-test

Biokemisk metanbildningspotential (BMP) är nedbrytningsförsök som gör under anaeroba förhållanden. Metoden kas ses som en motsvarighet av BOD (biologic oxygen demand) under anaeroba förhållanden. En bestämd mängd avfall blandas med ymp (metanbildande mikroorganismer) och vatten i en flaska som inkuberas. Mängden gas som bildas registreras regelbundet och används för att bestämma gaspotentialen. Metoden bedöms ge en bättre bild av hur mycket gas som kan komma att bildas då endast fraktionen som är nedbrytbart organiskt material kommer att brytas ned.

Resultaten från BMP testerna stödjer fältmätningarna av gasemissioner med statistiska kammare. Gasbildningstakten bedöms som liten beroende på att avfallet är nedbrutet (gammalt) med lågt innehåll av organiskt material och i vissa delar, ha hämmande effekt på metanbildande mikroorganismer.

I och med att tidigare undersökningar indikerat högre halter av TOC och glödningsförlust skulle detta kunna indikera att det lokalt finns områden som innehåller material med större mängder organiskt kol. Detta material kan vara en källa till att metangasbildningen blir större i vissa punkter.

Resultaten visar att metan bildas, dock i mängder som kan anses som mycket små. Risk associerade med gasbildning kan inte uteslutas även om avfallet till största del kan anses som nedbrutet.

5. Samlad bedömning och slutsats

Slutsatsen av nu genomförda undersökningar i form av "walk-over survey" och gasflödesmätning med statistiska kammare tyder på att metangasbildningen vid ytan i området är lågt. Från undersökningarna har högst halt (men ändå låga) av metangas detekterats i ett grundvattenrör (nummer 3) i södra Kungshagen (på

gräsytor mot Stadsfjärden). Resultaten från statistiska kammarförsöken och BMP testerna tyder på att avfallet i området till stor del är nedbrutet.

Vectura (2013) konstaterade att halten koldioxid var förhöjd i det sydvästra området av Kungshagen men att halten metangas trots det var låg. Deras slutsats var att området med höga halter av koldioxid är större än området med metangasbildning. En anledning kan vara att det beror på metanoxidation i marken, aerob nedbrytning eller låg gasbildning.

I området Kungshagen finns ledningar för spillvatten, dagvatten och vattenledningar nedgrävda. Ledningarna är jämnt spridda i området och tycks vara sammankopplade. De ledningar som finns inmätta bedöms kunna befinna sig i nivå med grundvattnet eller lägre medan djupet i dagvattenbrunnarna och pumpgrupparna i området är lägre än grundvattennivån. Flödesriktningen för grundvattnet bedöms generellt vara sydlig, mot Stadsfjärden med en potentiell grundvattendelare genom områdets östra del. Det relativt ytliga grundvattnet kan ha betydelse för gastransporten i marken. Vid höga grundvattennivåer skulle gasen kunna tryckas upp mot markytan, framförallt i området mot Stadsfjärden. Halten gas som kan tryckas upp verkar dock vara låg.

En potentiell spridningsväg för gas bedömdes på förhand kunna vara Lennings väg belägen mot norr och är långsgående med hela området Kungshagen och som de flesta ledningsgravar på ett eller annat sätt tycks vara sammankopplade med. Väldigt lite dokumentation kunde erhållas om vägens konstruktion och om materialvalen möjliggör en spridning av gas. Från undersökningarna utförda (walk-over survey och statistiska kammarförsök) har det inte kunnat påvisas några metangashalter norr om Lennings väg.

Risk associerade med gasbildning anses vara låg eftersom avfallet till största del i området verkar vara nedbrutet men risken kan dock inte uteslutas helt. Vid byggande av hus i området bör hänsyn tas till eventuella gasemissioner, markföroreningar samt sättningsproblem associerade till deponin.

6. Referenser

Ramböll, 2017. Deponigasutredning Kungshagen- Mellanavstämning mellan etapp 1 och 2. L Persson, T Stark & C Maurice. 2017-06-20. Uppdragsnummer 1320007831-027.

Vectura, 2013. Kompletterande miljöteknisk undersökning med avseende på deponigas

Intended for
Municipality of Nyköping

Document type
Report

Date
15/03/2017

Reference
1320007831-027

LANDFILL GAS MEASUREMENTS KUNGSHAGEN, NYKÖPING 8.-9.11.2016

Revision **2.0**
Date **15/03/2017**
Made by **Mika Laita, Anna-Mari Liimatainen**
Description **Report**

Reference **1510030940**

CONTENTS

1.	Introduction	4
2.	Methods	4
3.	Results	5
4.	Discussion	7

1. INTRODUCTION

The purpose of this work was to conduct field measurements of landfill gases in the former landfill area of Kungshagen at Municipality of Nyköping. The area is nowadays used for industrial purposes. The aim of these measurements was to determine the concentrations of gaseous compounds that are formed in the former landfill and possible emission of these compounds.

The measurements were made by research manager Mika Laita from Ramboll Finland Ab at 8.-9.11.2016. Weather was partly cloudy and around -4 - -1 °C on both days. Wind speed was on 8.11.2016 2,5 - 4 m/s blowing from north and on 9.11. wind speed were almost the same 1,5-4 m/s but blowing from west.

2. METHODS

The measurements consisted of five different parts:

- 1) FID-screening for main emission areas at the site and northern side (outside of the area).
- 2) Marking the main emission areas and locate hotspots
- 3) Flux chamber measurements by FID at hot spots
- 4) Pore gas measurements at main emission areas
- 5) Measurements by FID at drainage systems, inside the buildings, edge of the asphalt or clay layers, through asphalt if drilling is possible, dwells or where ever possible uncontrolled emissions could appear

The first part (1) of the measurements was carried out by a walk-over survey -method around the Kungshagen area. Concentrations of gases in ambient air were measured with a portable FID (Flame Ionisation Detector) -analyzer (Thermo Toxic Vapour Analyzer TVA-1000B, detection limit 10 ppb) as total organic carbon (TOC), which means that also other compounds than methane (e.g. volatile organic compounds) give a response.

As a part 2 of these measurements the possible emission areas were marked on the Kungshagen area map. When elevated concentrations were observed, a flux chamber was installed on top of the ground and the assumed emission (part 3) of landfill gas was measured. The emission measurements were made first with the FID-analyser connected to the flux chamber. After these measurements the FID-analyser was disconnected, and the measurements were continued with analyser Geotech GA-5000.

The function of the device is based on infrared absorption technology and electrochemical cells. With GA-5000 it is possible to determine the major components of landfill gases simultaneously. Disadvantage of this analyser is relatively high detection limits for different components, so this is only suitable for measurements of obvious emission sources of landfill gases.

Pore gas measurements (part 4) were also conducted to various depths depending on the structure of the soil (analyzer Geotech GA-5000, detection limit of methane 1%).

Measurements by FID (part 5) were also made from urban runoff drainage systems and edges of the asphalt layers, and at one point through the asphalt layer.

The concentrations of landfill gases in the groundwater pipes were also measured with FID at those locations that were accessible with ease.

3. RESULTS

The concentrations of methane and/or other hydrocarbons during the walk-over survey were all at very low level (Table 1, Figure 1).

Table 1. Concentrations of total organic carbon (TOC) [ppm] at sampling locations (numbers refer to Figure 1).

Sampling location	TOC concentration [ppm]	Sampling location	TOC concentration [ppm]
1	0,2	8	0,2
2	0,2	9	0,2
3	0,2	10	0,2
4	0,3	11	0,2
5	0,2	12	0,3
6	0,2	13	0,3
7	0,2		



Figure 1. Mapped walk-over-survey areas. Green areas were surveyed with no sign of emission; yellow dots with black numbers indicate a response in analyser (0,2 ppm) and yellow dots with blue numbers indicate slightly more elevated TOC concentrations (0,3 ppm). Blue triangles are the groundwater sampling pipes; the numbers show TOC concentration of the gas (in ppm) in the head-space of the groundwater pipe.

The pore gas measurements (points 1, 4, 5, 13), showed response in carbon dioxide concentrations but not elevated concentrations of methane or other organic carbon containing compounds (Table 2).

Table 2. Concentrations of pore gas measurements at sampling locations.

sampling location	depth [m]	CH ₄ [%]	CO ₂ [%]	O ₂ [%]
1	0,5	0	2,8	18,2
-"	0,2	0	1,5	19,5
4	0,4	0	2,1	19,9
-"	0,2	0	1,0	20,0
5	0,2	0	1,0	20,0
13	0,5	0	2,1	18,9
-"	0,2	0	1,0	20,0

Results of the flux chamber measurements showed no emission (Table 3).

Table 3. Results of flux chamber measurements at sampling locations.

sampling location	time [min]	TOC [ppm]
1	2	0,2
-"	7	0,2
4	2	0,3
-"	7	0,3
5	2	0,2
-"	7	0,2
12	2	0,3
-"	7	0,3
13	2	0,3
-"	7	0,3

TOC concentration of the gas (in ppm) in the head-space of the groundwater pipe was 33 ppm at its' highest.

Table 4. Concentrations of Total Organic Carbon (TOC) at head-space of the groundwater pipes.

groundwater pipe number	TOC [ppm]
3	33
4	5,2
7	0
11	19
15	0,32
19	0,15
20	0,22

4. DISCUSSION

The results show that there were practically no methane emissions on the ground surfaces of the Kungshagen area and also measured TOC gas amounts were relatively low. For example temporary emergency exposure limit according to SCAPA for methane at the TEEL-0 is 1000 ppm /15 min. Also by comparing TOC results for example to the waste burning state in Finland can be seen that the highest 33 ppm result is relatively low. Waste burning facilities can release to atmosphere TOC -gases 10 mg/m³/d according to Finnish waste burning state 151/2013.

There were several sites with warmer areas compared to their surroundings, which would lead to expectation that some gas formation and/or biological activity is ongoing at the areas. Higher and increasing temperatures relate to decomposing waste which generates carbon dioxide and other gases according to the publications of landfill gas formation. Also a measured CO₂ and ground-water TOC concentration indicates waste material decomposing on the ground in some level.

It is stated that "The encountered methane emissions vary strongly between the different sampling dates. In general, higher surface concentrations and higher emission rates can be observed in the colder and moister winter months than during summer". Because of natural methane emission variation and differences between survey results from year 2012, few follow-up measurements is recommended for more certain determination of the state in Kungshagen area.

RAMBOLL FINLAND AB

Environment & Health

Janne Nuutinen
Team Manager

Anna-Mari Liimatainen
Project Manager

Etapp 2A – Statiska kammarförsök Kungshagen

Uppdrag Deponigasutredning Kungshagen – etapp 2B

Beställare Karin Wesström, Nyköpings kommun

Författare Therese Stark, Ramboll Sverige AB

Granskare Lotta Persson, Christian Maurice, Ramboll Sverige AB

Datum 2018-05-07

Ramboll Sverige AB
Hospitalsgatan 26
611 32 Nyköping

T: +46-10-615 60 00
D:
F:

Unr 1320007831-027

Ramboll Sverige AB
Org nr 556133-0506

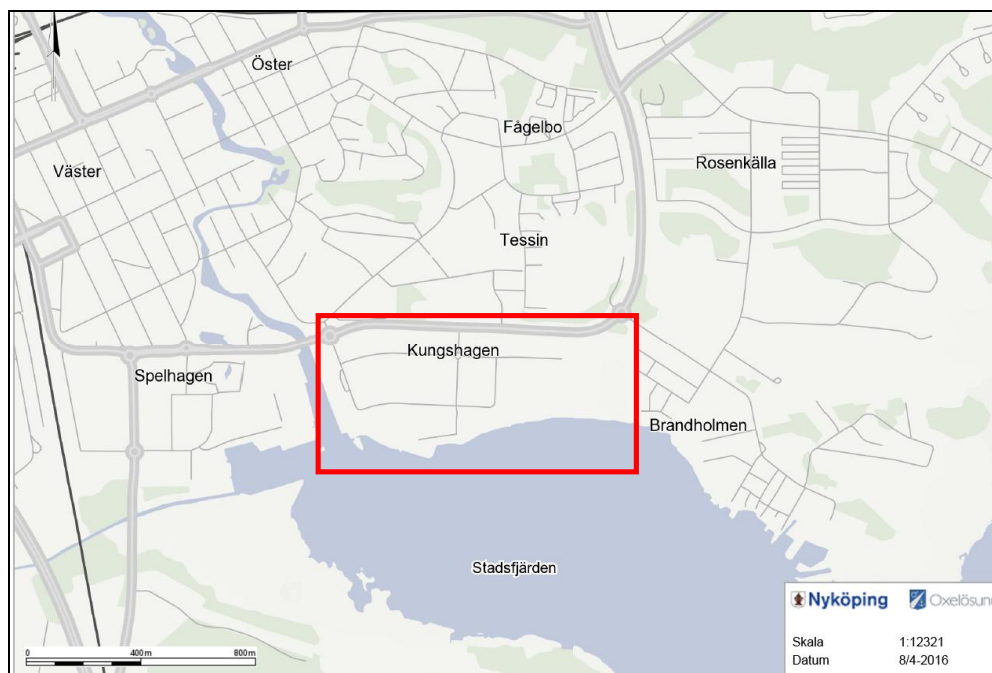
1. Bakgrund och syfte

På området Kungshagen i Nyköping har stora delar av marken fyllts ut med bl.a. hushållsavfall. Vid tidigare undersökningar har deponigas kunnat uppmätas i området vilket troligen härrör från nedbrutet avfall. Syftet med nu genomförda undersökningar har varit att mer noggrant kartlägga utsläppet till atmosfären och framförallt flödet (hur stor mängd per tidsenhet) av deponigas. Resultaten ligger till grund för framtida utveckling av området enligt kommunens vision om att omvandla området från ett industriområde till bl.a bostäder och rekreation.

För en sammanfattning av tidigare undersökningar hänvisas till "Mellanaxstämning" (Ramböll, 2017).

2. Områdesbeskrivning

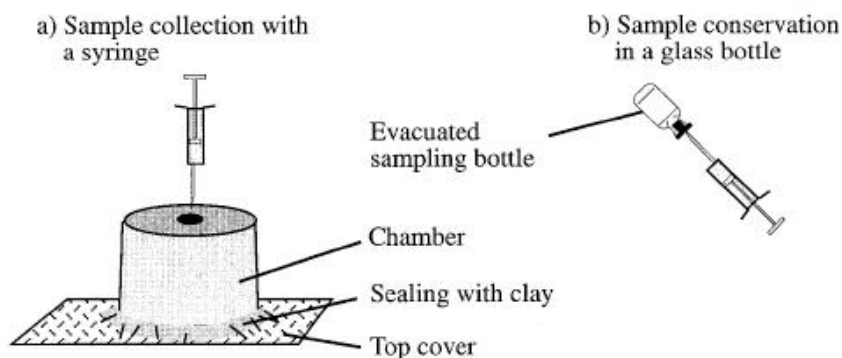
Det undersökta området ligger i Nyköping, se Figur 1.



Figur 1. Karta över Nyköping, rödmärkning visar området Kungshagen (www.kartor.nykoping.se).

3. Metodbeskrivning

För att kunna kartlägga hur mycket deponigas som avgår från marken har en metod valts som kallas statistiska kammare ([Bogner, 1999](#), [Maurice 1998](#)). En statistisk kammare är en behållare som läggs på markytan in i vilken gasen tillåts diffundera. Utifrån takten i vilken gashalten ökar i kammaren kan ett flöde beräknas (Figur 2).



Figur 2. Principskiss över provtagning med statistisk kammare (Maurice 1998).

Statiska kammarmetoden utvecklades för att beräkna gasmängden som avgår från deponier och resultaten uttrycks vanligtvis som mängd (volym eller mol) per yt- och tidsenhet. Metoden bygger på att stickprov tas för att uppnå en bra yttäckning och kunna uppskatta variationen. Statiska kammare är mycket lämpliga för att visa hur emissionerna varierar rumsligt och identifiera områden med höga utsläpp (s.k. hot spots).

Kammarnas geometri (Volym 12 l, \varnothing 260 mm) tillsammans med provtagningstiden (upp till 32 minuter) och rapporteringsgränsen på 100 ppm motsvarar en rapporteringsgräns på 0,0006 liter och dygn, vilket även kan omräknas per ytenhet till ca 15,5 l/m² och dygn.

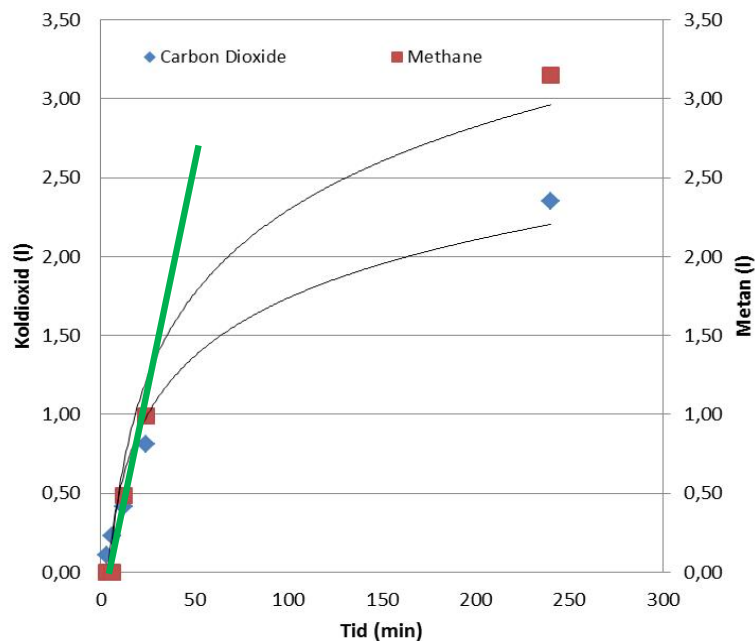
I försöken har den specialanpassade hinken tätats mot marken vid tiden 0 (Figur 3). Eftersom provtagning sker på öppna ytor, samt att det är viktigt att undvika att kammaren töms och att gasen späds ut av vinden, tätas de statistiska kamrarna m.h.a. av lera eller dylikt. Sedan har prov tagits ut vid 4, 12 och 32 min om inte annat anges. Gasproven har tagits ut med hjälp av att en kanyl sticks in genom den gummiventil som sitter i botten på hinken. 20 ml av gasen som samlats upp i sprutan förs över i en vial som sedan skickas in för analys hos Luleå tekniska universitet.

Vialerna är sköljda från syre, kvävgas och koldioxid och fyllda med helium vid atmosfärstryck för att förbättra detektionsgränsen. Gasprovet trycks in i vialen och övertrycket släpps ut m.h.a. ventilen mellan sprutan och kanylen.



Figur 3. Foto från föreliggande mätning av gas i Kungshagen

Resultaten från analysen av proverna används för att beräkna mängden av respektive gas i kammaren. För varje provpunkt plottas de korrigerade analysresultaten gentemot tiden. Området där lutningen är som störst (vanligtvis i början på mätserien) används för att beräkna flödet av respektive gas (Figur 4).



Figur 4. Exempelberäkning av det högsta gasflödet där lutningen är som störst.

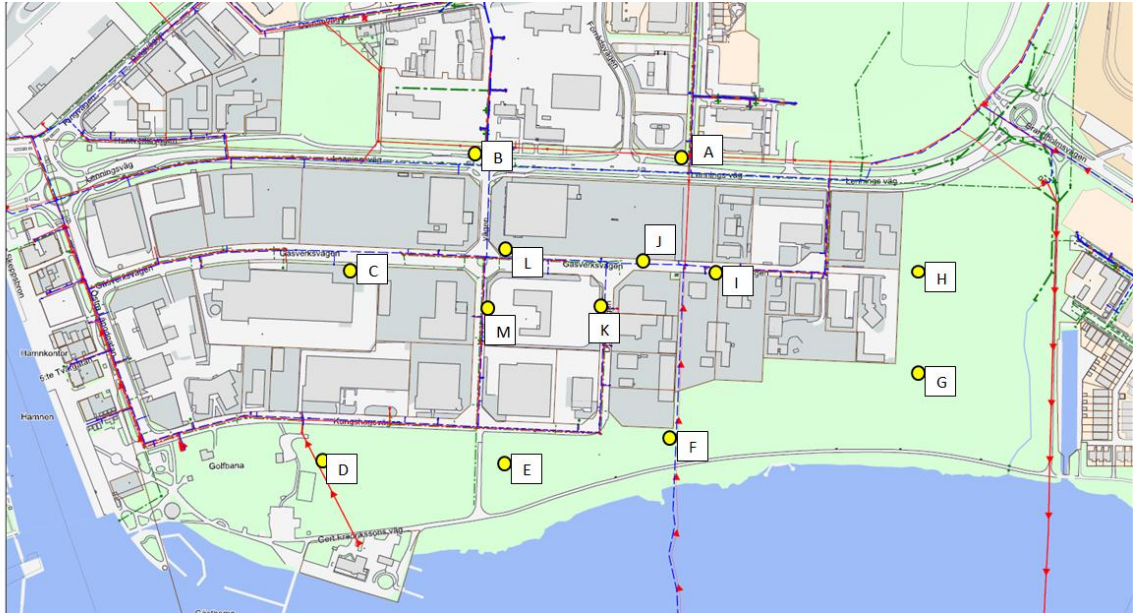
3.1 Fältanteckningar

Mätningarna har utförts vid fyra tillfällen under 2017 (15/3, 8/6, 16/10, 19/12) vid ett tillfälle under 2018 (23/4). Provpunkternas placering vid de olika tillfällena redovisas i Figur 5, Figur 6 och Figur 7. Vid de två första mätningarna utfördes enbart mätning på markytan. Vid de tre senare provtagningarna utfördes även mätning på djupare nivåer enligt beskrivet nedan.

Väder och lufttryck vid respektive mätning redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Beskrivning av väderförhållanden vid provtagningstillfällena.

Datum	Väder	Vind (m/s)	Lufttryck (hPa)	Övrigt
2017-03-15	+8 °C	7	1011	
2017-06-08	+14 °C	3	1008	
2017-10-16	16°C, moln/sol	7	1012	Ovanligt varmt!!
2017-12-19	+ 1 °C	2	1028	Snöfall dagarna innan
2018-04-23	+14 °C	5	1002	



Figur 5. Provplacering vid gasmätning 1 och 2. Samtliga mätningar utfördes på markytan.

Vid tredje mätningen borrades ett hål i några punkter på varierat djup. Borren hade diametern 1 cm. Djupen varierade enligt Tabell 2. Anledningen till att borrhål gjordes var att försöka möjliggöra för gasen att tränga upp till ytan. Borrhålet fungerar som en skorsten som dränerar gasen till ytan. Mätningen ger ett ögonblicksbild av gasen som förekommer djupare i marken, men kan inte användas för att beräkna något flöde.

Tabell 2. Respektive borrhåldjup vid gasmätning nr 3. Borren var 1 cm i diameter.

Provpunkt	Djup
V	0,2 m
W	0,7 m
X	0,5 m
Y	0,35 m



Figur 6. Provplacering vid gasmätning 3. De inramade bokstäverna symboliserar punkter där mätning utfördes på markytan. De bokstäver som saknar ram redovisar var provtagning gjordes över borrarat hål i marken.

I samband med provgröpsgrävning för BMP test (Ramböll 2018) så installerades grundvattenrör för mätning av eventuell deponigas som ansamlas i rören. Placeringen för grundvattenrören (och för provuttag av material) redovisas i Figur 7.

Mätningarna visar att koldioxid bildas och transporteras i marken. Flöden upp till 2 m³/d/m² har uppmätts vilket visar att provtagningen utförts på rätt sätt och att nedbrytning av organiskt material pågår i marken. Det är inte möjligt att felhantering i samband med provtagningen eller analys skulle kunna leda till att endast metan gått förlorat.

Gasmätningar i slang med grundvattenrör visar inte heller på förekomst av metan i halter som är mätbara med metoden (0,02 %) djupare i marken. Även dessa mätningar visar på förekomst av koldioxid i markprofilen (ca 2 %).

Då metan och koldioxid bildas i lika mängder borde metan ha registrerats om nedbrytningen av avfallet skett under anaeroba förhållanden.

Tabell 3. Resultat från mätning med slang i grundvattenrör i punkterna W och vid Allsmide (All). Punkt 0 och 01 är replikat av varandra.

Punkt	Koldioxid, 2017-12-19 %	Koldioxid, 2018-04-23 %
ALL 0		2,3
ALL 01		1,5
W 0	0,6	1,3
W 01	1,8	1,9

Tabell 4. Uppmätt halt koldioxid vid första och andra mättillfället samt maximalt uppmätt flöde i $m^3/d/m^2$. Provpunkternas placering visas i Figur 5.

mar-17													
Tid/punkt	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
min	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	160	156	101	267	132	267	169	224	136	120	206	224	1017
12	223	198	155	311	149	365	142	173	157	200	368	390	1625
32	204	257	498	165	175	390	255	245	213	271	677	743	2862
Maxflöde	0,009	0,010	0,016	0,026	0,004	0,034	0,007	0,011	0,006	0,007	0,017	0,027	0,228

jun-17													
Tid/punkt	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
min	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	191	212	177	211	206	149	100	121	151	101	132	162	221
12	319	216	383	258	226	319	172	181	191	129	264	192	297
32	486	493	643	294	418	332	328	100	453	144	598	205	513
Maxflöde	0,011	0,011	0,017	0,011	0,013	0,018	0,006	0,005	0,010	0,003	0,013	0,006	0,013

Tabell 5. Uppmätt halt koldioxid vid tredje mätningen. Provplacering enligt Figur 6.

okt-17

Tid/punkt	D	F	I	K	L	M	V	W	X	Y	Z
min	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4										159	132
12	263	271	197	198	100	881	229	305	575	246	427
32	434	398	100	198	100	1907	304	377	1175	358	577
Maxflöde	0,010	0,007	0,006	0,003	0,000	0,129	0,003	0,010	0,135	0,009	0,019

Tabell 6. Uppmätt halt koldioxid vid fjärde mätningen. Provplacering enligt Figur 7.

dec-17 apr-18

Tid/punkt	W	All	W
min	ppm	ppm	ppm
0	100	100	100
4	401	165	1553
12	1121	332	3230
32	2887	100	7146
Maxflöde	0,06	0,023	0,202

5. Diskussion och slutsats

Vid biogasbildning, under anaeroba förhållanden, är andelen metan och koldioxid lika. Normala koldioxidhalter (bakgrundshalter) i luften ligger mellan 300-400 ppm. det motsvarar en halt på 100 ppm i vialen, på grund av utspädningsfaktorn.

De flesta av de uppmätta koldioxidhalterna under de olika kampanjerna är därmed förhöjda jämfört med normala halter i luften (upp till 7 000 ppm) och indikerar nedbrytning av organiskt material, men ingen metanhalt har kunnat detekteras. Varför metan inte kunna detekteras i dessa mätningar bedöms bero på att gasbildningen är låg, vilket leder till låga flöden och att metan oxideras till koldioxid innan det når markytan. En låg gasbildning och transport i markprofilen underlättar även för syrediffusion till avfallet och aerob nedbrytning.

I tidigare mätningar mättes porgas djupare i marken, vilket visade förekomst av metan men det ger ingen information om gasbildningstakten. Resultaten bedöms indikera att gastransporten är begränsad. Det organiska materialet i avfallet misstänks till stor del vara nedbrytet.

6. Referenser

Bogner, J.E., 1997. Kinetics of methane oxidation in a landfill cover soil: temporal variations, a whole-landfill oxidation experiment, and modelling of net CH₄ emissions. *Environmental Science and Technology* 31, 2504– 2514.

Maurice, C. (1998) Landfill gas emission and landfill vegetation. *Waste Science and Technology*; Licentiate Thesis, LTU.

Ramböll, 2017. Mellanavstämning mellan etapp 1 och 2 i Deponigasutredning Kungshagen. Daterad: 2017-06-20.

Ramböll 2018. PM BMP-test vid Kungshagen. T Stark & C Maurice. Maj, 2018.

Etapp 1A –grundvatten Kungshagen

Datum 2018-05-02

Ramboll Sverige AB
Hospitalsgatan 26
611 32 Nyköping

Uppdrag Deponigasutredning Kungshagen – etapp 1A

T: +46-10-615 60 00

Beställare Karin Wesström, Nyköpings kommun
(Kundnamn)

D:

F:

Författare Lotta Persson, Ramboll Sverige AB

Unr 1320007831-027

Granskare Therese Stark, Christian Maurice, Ramboll Sverige AB

Ramboll Sverige AB
Org nr 556133-0506

Bilaga

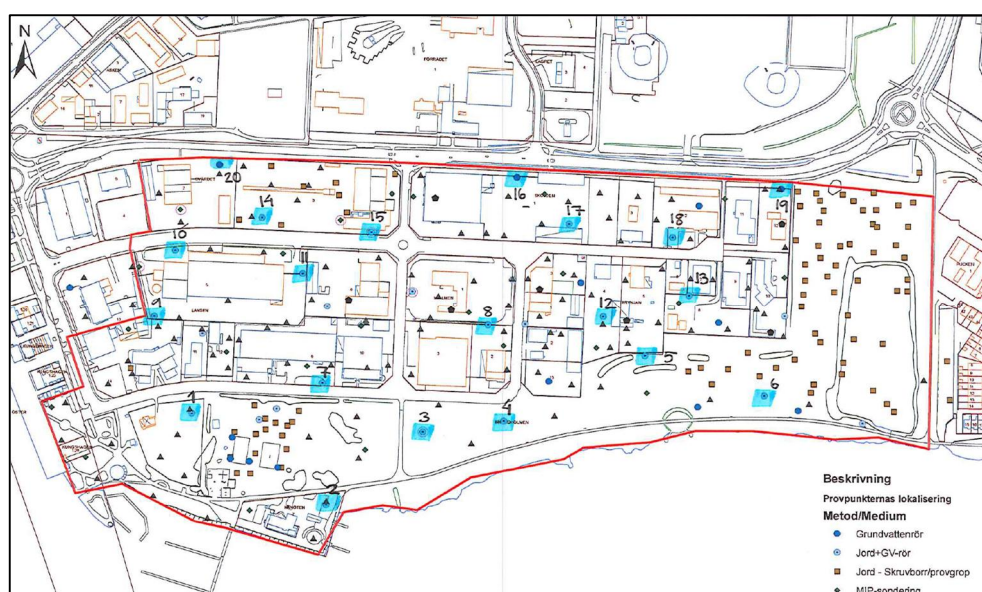
Bilaga 1. Sammanställning resultat grundvattennivåer Kungshagen 2016-2017

Bilaga 2. Noteringar nivåmätningar grundvattenrör Kungshagen

1. Grundvatten

Ett flertal grundvattenrör har i omgångar installerats inom området Kungshagen, se Figur 1. Efter en inventering av Ramböll i början av september 2016 kunde det konstateras att flera grundvattenrör fanns kvar och var i gott skick för framtida provtagning. Provtagningen av grundvattennivån i rören har därefter pågått under åren 2016-2017. Totalt har nio st mätningar genomförts av grundvattenrören i området under perioden hösten 2016 och 2017.

Grundvattenrören har under 2017 mätts in av Nyköpings kommun enligt SWEREF 99 1630 och höjderna är relaterade till RH2000.



Figur 1. Grundvattenrör som finns installerade i området samt dess numrering.

Vid fyra tillfällen under hösten 2016 och fem tillfällen under 2017 har grundvattennivån avlästs med hjälp av klucklod i syfte att försöka utläsa variationer och samband mellan uppmätta nivåer.

Nyköpings kommun genomför egna nivåmätningar vid Hamnbron, Stadsfjärden, med hjälp av en fastmonterad nivåmätare. Nollgraderingen på pegeln motsvarar +0,153 m enligt RH2000. Jämförelser har gjorts mot Nyköping kommuns egna nivåmätningar av vattennivån i hamnbassängen i ett försök att tolka om det finns någon korrelation mellan havsvattennivån och grundvattennivån i Kungshagen. Resultatet från nivåmätningarna i hamnbassängen och i grundvattenrören i Kungshagen under mätperioden redovisas nedan.

- 1.1 Nederbörd i området under mätperioden
Mängden nederbörd är kopplad till hur mycket grundvatten som bildas. Under tiden för mätning av grundvattennivåer har registrerad mängd nederbörd vid SMHI:s station i Aspa noterats (SMHI, 2018).

Summerade månadsvärden från stationen i Aspa redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Månadsvärde mängd nederbörd registrerad vid SMHI:s mätstation i Aspa.

År	Månad	Mängd nederbörd (mm)
2016	September	
	Oktober	57
	November	50
	December	25
2017	Januari	38
	Februari	40
	Mars	44
	April	36
	Maj	16
	Juni	50
	Juli	11
	Augusti	77
	September	90
	Oktober	113
	November	55
	December	78

Sammanfattningsvis bedöms nederbörden under mätperioden vara låg. Årsnederbörden september 2016-augusti 2017 var 465 mm jämfört med tidigare år som var på drygt 1000 mm (SMHI, 2018). Under september-december 2017 förekommer något rikligare nederbördsmängder (335 mm) men hela perioden förväntas ha något lägre grundvattennivåer utifrån den relativt sett låga nederbördsmängden (SMHI, 2018).

- 1.2 Nivåmätningar grundvattenrör hösten 2016
Fyra mätningar genomfördes under senare delen av 2016 av samtliga tillgängliga grundvattenrör (20 st), för placering se Figur 1. Första mätningen genomfördes 27:e september då det hade varit en väldigt lång period utan regn och 0 mm nederbörd hade registrerats vid mätstationen.

Nivåmätningen påvisade att plushöjder varierade mellan -0,04 m och +2,65m.

Vid den andra mätningen, 13:e oktober, hade det kommit lite nederbörd, totalt för oktober månad registrerades 57 mm vid mätstationen.

Nivåmätningen påvisade att plushöjder varierade mellan -0,08m och +2,55m.

Den tredje mätningen genomfördes 24:e oktober då det hade fallit ytterligare lite nederbörd, dock inga större mängder. Totalt för oktober månad registrerades 57 mm vid mätstationen.

Nivåmätningen påvisade att plushöjder varierade mellan -0,13m och +2,64m.

Den fjärde mätningen genomfördes 9:e december efter en period med både regn, snö och minusgrader. Vid mättillfället hade det varit plusgrader i två dagar och lite nederbörd i form av regn. Under november registrerades 50 mm nederbörd vid mätstationen och totalt under december registrerades 25 mm.

Nivåmätningen påvisade att plushöjder varierade mellan +0,2m och +2,24m.

1.2.1 Summering nivåmätningar grundvattenrör hösten 2016

Under 2016 har grundvattenrören i Kungshagen avlästs vid fyra tillfällen. Grundvattennivåerna indikerar att området är relativt plant med en total variation om ca +2m mellan högsta och lägsta uppmätta grundvattennivå, se Tabell 2.

Nivåerna som uppmäts inom varje grundvattenrör är relativt stabila. För de flesta rören är variationen mindre än 0,3 m mellan mättillfällena. Det är ett rör (nr 10) som avviker där nivåerna har varit stabila vid de tre första mättillfällena men där nivån hade förändrats betydligt vid det fjärde tillfället, se Tabell 2.

Tabell 2. Summering av nivåmätning av grundvatten i Kungshagen hösten 2016, uppmätta grundvattennivåer, min- och maxnivåer samt variationer.

Avläsning grundvattennivåer (m) i Kungshagen hösten 2016 SWEREF 99 1630/RH 2000							
	2016-09-27	2016-10-13	2016-10-24	2016-12-09			
Nr på GV-rör	GV-nivå (m)	GV-nivå (m)	GV-nivå (m)	GV-nivå (m)	MIN	MAX	VARIATION (max-min)
1	0,25	0,20	0,27	-	0,20	0,27	0,07
2	-0,04	-0,08	0,15	0,20	-0,08	0,20	0,28
3	-0,12	-0,12	-0,13	0,20	-0,13	0,20	0,33
4	0,28	0,28	0,32	0,53	0,28	0,53	0,25
5	-	1,07	1,41	1,47	1,07	1,47	0,40
6	0,16	0,16	0,21	0,36	0,16	0,36	0,20
7	0,60	0,20	0,40	0,21	0,20	0,60	0,40
8	2,04	1,99	2,07	2,07	1,99	2,07	0,08
9	-	-	-	-	-	-	-
10	0,24	0,37	0,54	1,61	0,24	1,61	1,37
11	1,29	1,29	1,35	1,36	1,29	1,36	0,07
12	-	1,90	1,90	1,93	1,90	1,93	0,03
13	2,65	2,55	2,64	-	2,55	2,65	0,10
14	1,72	1,60	1,62	1,77	1,60	1,77	0,17
15	1,68	1,64	1,64	1,87	1,64	1,87	0,23
16	2,00	1,96	1,99	2,24	1,96	2,24	0,28
17	2,25	2,07	2,14	2,14	2,07	2,25	0,18
18	2,00	1,98	2,02	2,07	1,98	2,07	0,09
19	0,89	-	0,89	1,54	0,89	1,54	0,65
20	0,59	0,59	0,68	1,15	0,59	1,15	0,56

1.3 Nivåmätningar grundvattenrör 2017

Den femte mätningen genomfördes 16 februari 2017 när det var barmark och ovanligt varmt efter en kortare snöperiod med få minusgrader. Under januari månad registrerades 38 mm nederbörd och totalt under februari registrerades 40 mm vid mätstationen.

Nivåmätningen påvisade att plushöjder varierade mellan -0,06 m och +2,7 m.

Den sjätte mätningen genomfördes den 27 april 2017. Totalt sett registrerades 44 mm nederbörd under mars och 36 mm nederbörd under april månad vid mätstationen i Aspa.

Nivåmätningen påvisade att plushöjder varierade mellan +0,27 m och +2,4 m.

Den sjunde mätningen genomfördes den 19 juni 2017. Totalt registrerades 50 mm regn vid mätstationen under juni månad.

Nivåmätningen påvisade att plushöjder varierade mellan +0,10 m och 2,1 m.

Den åttonde mätningen genomfördes den 19 september 2017. Rör 1, 7 och 10 hade vandaliserats varför höjderna på dessa rör uppmättes och korrigerades för att stämma med tidigare inmätning. Sommaren har varit regnfattig, nederbörden under juli var endast 10 mm vid mätstationen. Under augusti uppmättes mer nederbörd (77 mm) och under september 90 mm.

Nivåmätningen påvisade att plushöjder varierade mellan +0,19 m och +2,18 m.

Den nionde mätningen genomfördes den 15 november 2017. Under oktober uppmättes årets högsta nedbörds mängd (113 mm) och totalt för november registrerades 55 mm vid mätstationen.

Nivåmätningen påvisade att plushöjder varierade mellan +0,36 m och +2,5 m.

1.3.1 Summering nivåmätningar grundvattenrör 2017

Under 2017 har grundvattenrören i Kungshagen avlästs vid fem tillfällen. Grundvattennivåerna indikerar att grundvattenytan är relativt plan med en total variation om ca +2 m mellan högsta och lägsta uppmätta grundvattennivå, se Fel! Hittar inte referenskälla.. Nivåerna som uppmätts inom varje grundvattenrör är relativt stabila. För de flesta rören är variationen fortsatt mindre än 0,3 m mellan mättillfällena som vid mätningarna under hösten 2016. Det är ett rör (nr 20) som avviker där störst variation har varit mellan mättillfällena, se

Tabell 3.

Tabell 3. Summering av nivåmätning (m) av grundvatten i Kungshagen 2017. Uppmätta grundvattennivåer, min- och maxnivåer samt variationer.

Avläsning grundvattennivåer i Kungshagen 2017								
SWEREF 99 1630/RH 2000								
	2017-02-16	2017-04-27	2017-06-19	2017-09-19	2017-11-15			
Nr på GV-rör	GV-nivå (m)	GV-nivå (m)	GV-nivå (m)	GV-nivå (m)	GV-nivå (m)	MIN	MAX	VARIATION (max-min)
1	0,43	-	1,25	1,15	-	0,43	1,25	0,82
2	-0,06	0,27	0,16	0,25	0,36	-0,06	0,36	0,42
3	0,11	0,34	0,10	0,19	0,41	0,10	0,41	0,31
4	0,66	0,77	0,56	0,37	0,80	0,37	0,80	0,43
5	1,42	1,71	-	1,53	1,71	1,42	1,71	0,29
6	0,34	0,47	0,33	0,36	0,67	0,33	0,67	0,34
7	0,30	0,45	0,32	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25
8	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1,76	1,71	1,26	0,89	1,75	0,89	1,76	0,87
11	1,40	1,46	1,45	1,39	-	1,39	1,46	0,07
12	1,94	1,98	1,95	1,94	2,06	1,94	2,06	0,12
13	2,70	-	-	-	-	2,70	2,70	0,00
14	1,30	1,56	-	-	1,64	1,30	1,64	0,34
15	1,95	-	-	-	-	1,95	1,95	0,00
16	2,21	-	-	-	2,50	2,21	2,50	0,29
17	-	2,14	2,12	-	-	2,12	2,14	0,02
18	2,04	2,05	2,04	2,11	2,18	2,04	2,18	0,14
19	1,56	1,71	1,49	1,59	2,37	1,49	2,37	0,88
20	1,09	2,40	1,93	2,18	1,54	1,09	2,40	1,31

- 1.4 **Bedömning grundvattennivåer Kungshagen hösten 2016 och 2017**
 Under perioden september 2016 till och med november 2017 har tidigare installerade grundvattenrör avlästs i Kungshagen vid nio tillfällen. Nivåerna för respektive grundvattenrör har generellt varit stabila med en variation mindre än 0,5 m där flera rör har påvisat ännu lägre variation, se Tabell 4. Fyra stycken rör (nr 1, 10, 19 och 20) avviker och har variation större än en meter mellan lägsta respektive högsta uppmätta grundvattennivå.

Tabell 4. Summering avläsning av grundvattennivåer i Kungshagen 2016 (hösten) och 2017.

Avläsning grundvattennivåer i Kungshagen 2016 (hösten) och 2017 SWEREF 99 1630/RH 2000													
	2016-09-27	2016-10-13	2016-10-24	2016-12-09	2017-02-16	2017-04-27	2017-06-19	2017-09-19	2017-11-15				
Nr på GV-rör	GV-nivå (m)	GV-nivå (m)	GV-nivå (m)	GV-nivå (m)	GV-nivå (m)	GV-nivå (m)	GV-nivå (m)	GV-nivå (m)	GV-nivå (m)	MIN	MAX	MEDEL	VARIATION (max-min)
1	0,25	0,20	0,27	-	0,43	-	1,25	1,15	-	0,20	1,25	0,6	1,05
2	-0,04	-0,08	0,15	0,20	-0,06	0,27	0,16	0,25	0,36	-0,08	0,36	0,1	0,44
3	-0,12	-0,12	-0,13	0,20	0,11	0,34	0,10	0,19	0,41	-0,13	0,41	0,1	0,54
4	0,28	0,28	0,32	0,53	0,66	0,77	0,56	0,37	0,80	0,28	0,80	0,5	0,52
5	-	1,07	1,41	1,47	1,42	1,71	-	1,53	1,71	1,07	1,71	1,5	0,64
6	0,16	0,16	0,21	0,36	0,34	0,47	0,33	0,36	0,67	0,16	0,67	0,3	0,51
7	0,60	0,20	0,40	0,21	0,30	0,45	0,32	0,25	0,50	0,20	0,60	0,4	0,40
8	2,04	1,99	2,07	2,07	-	-	-	-	-	1,99	2,07	2,0	0,08
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0,24	0,37	0,54	1,61	1,76	1,71	1,26	0,89	1,75	0,24	1,76	1,1	1,52
11	1,29	1,29	1,35	1,36	1,40	1,46	1,45	1,39	-	1,29	1,46	1,4	0,17
12	-	1,90	1,90	1,93	1,94	1,98	1,95	1,94	2,06	1,90	2,06	2,0	0,16
13	2,65	2,55	2,64	-	2,70	-	-	-	-	2,55	2,70	2,6	0,15
14	1,72	1,60	1,62	1,77	1,30	1,56	-	-	1,64	1,30	1,77	1,6	0,47
15	1,68	1,64	1,64	1,87	1,95	-	-	-	-	1,64	1,95	1,8	0,31
16	2,00	1,96	1,99	2,24	2,21	-	-	-	2,50	1,96	2,50	2,2	0,54
17	2,25	2,07	2,14	2,14	-	2,14	2,12	-	-	2,07	2,25	2,1	0,18
18	2,00	1,98	2,02	2,07	2,04	2,05	2,04	2,11	2,18	1,98	2,18	2,0	0,20
19	0,89	-	0,89	1,54	1,56	1,71	1,49	1,59	2,37	0,89	2,37	1,5	1,48
20	0,59	0,59	0,68	1,15	1,09	2,40	1,93	2,18	1,54	0,59	2,40	1,4	1,81

PM

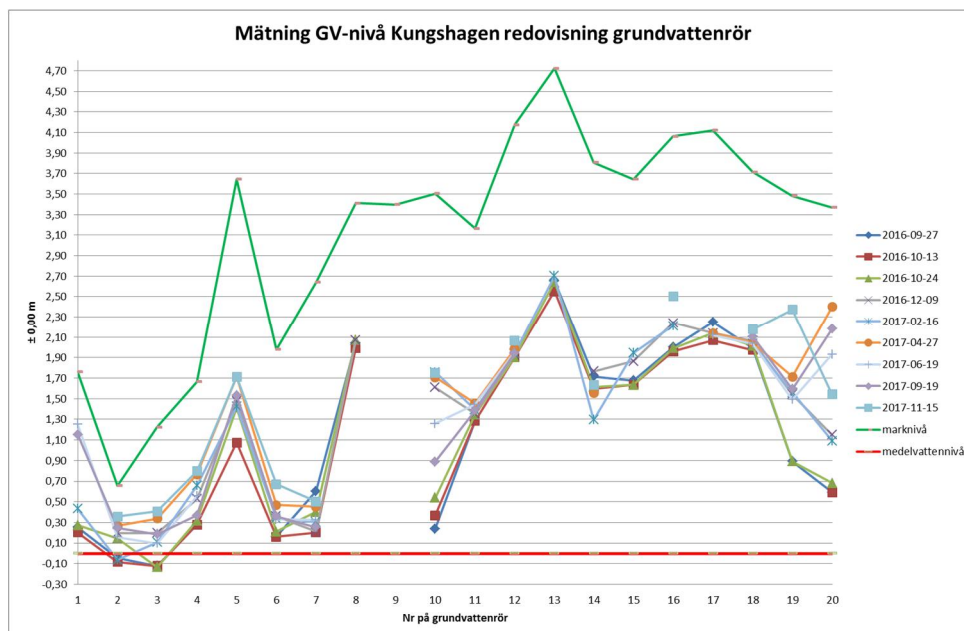
Unr

Av de totalt 20 st grundvattenrören var 2 st helt förstörda vid senaste mätningen (nr 8 och 9).

Lägst grundvattennivå har vid samtliga mättillfällen rör nr 2 och 3 haft, se Tabell 4. Rör nr 2 är installerat allra längst söder ut, närmast Stadsfjärden. Grundvattennivån i röret har hållit ungefär samma nivå som havsvattnet och havsvattnet bör ha stor inverkan. Rör nr 3 är placerat i ett grönområde strax nordost om rör nr 2 och har vid ett par mättillfällen uppmätt lägre grundvattennivå än rör nr 2 vilket antyder att havsvatten kan tränga in i området och att underliggande massor är genomsläppliga.

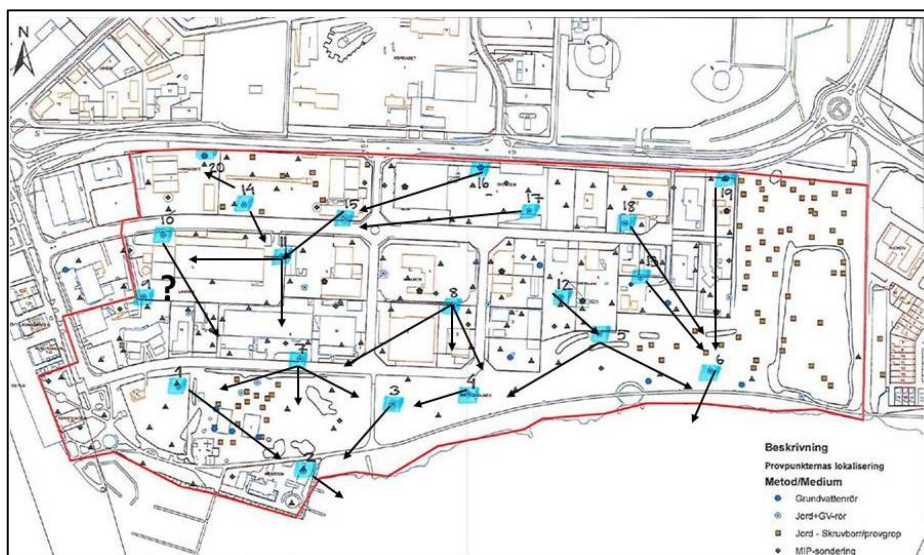
Nivån i rör nr 13 har påvisat störst plushöjd mellan +2,5–2,7 m. Röret är placerat i områdets östra del och intilliggande rör påvisar också högre plushöjder än övriga rör i området.

Rör nr 10, 19 och 20 är de rör som har störst variation (1,5-1,8 m) av uppmätt grundvattennivå. Rör nr 10 och 20 är belägna i Kungshagens nordvästra del där åtminstone nr 10 bedöms kunna vara installerad i det område där troligen sprängsten tidigare har deponerats vilket skulle kunna förklara vattenansamling och snabb dränering. Möjligen kan detta även påverka rör nr 20. Grundvattenrör nr 19 är istället placerat i områdets nordöstra del. Rör nr 19 och nr 20 angränsar till cykel- och gångbanan som går längs med Kungshagen och Lennings väg i norr. Grundvattennivåerna bedöms följa nivån för markytan i området och där de sydligaste rören (nr 1-4) har en grundvattennivå som ligger nära markytan, se Figur 2.



Figur 2. Figur över uppmätta grundvattennivåer i Kungshagen under perioden hösten 2016-2017.

Vid jämförelse av plushöjderna från mätfällena syns en svag lutning av grundvattenytan i hela Kungshagen med riktning söderut mot Stadsfjärden, se Figur 3. Högre plushöjder har noterats i områdets östra delar jämfört med centrala och västliga delarna, se Tabell 5. Någon typ av vattendelare skulle kunna förekomma i öst-västlig riktning i områdets östra del.



Figur 3. Uppskattad bedömning av grundvattnets strömning i Kungshagen utifrån uppmätta grundvattennivåer under perioden hösten 2016-2017.

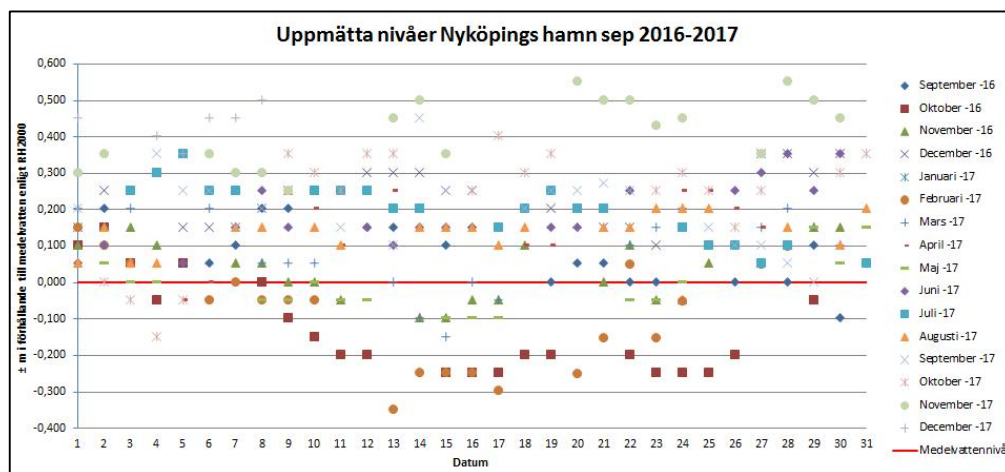
2. Nivåmätningar hamnbassäng, Nyköping

Nyköpings kommun avläser vattenytans höjd med hjälp av en Pegel, avläsning sker i stort sett varje vardag. Under mätperioden har nivån i hamnbassängen varit som lägst under hösten 2016 för att därefter öka och under hösten 2017 uppmättes de högsta nivåerna, se Tabell 5 och Figur 4. Den trenden syns generellt även i grundvattenrören. Nivån i hamnbassängen har som mest under en månad varierat med 0,6 m mellan den lägsta respektive högsta uppmätta vattennivån. Den lägst uppmätta nivån var -0,347 m i februari 2017 och högsta uppmätta nivån var +0,553 m i november 2017.

Tabell 5. Sammanställning min-, max- och medelhalter samt variation gällande uppmätt vattennivå (m) i hamnbassängen.

Avläsning vattennivå (m) hamnbassäng hösten 2016 och 2017 konverterat i enligt med RH 2000					
År	Månad	MIN	MAX	MEDEL	VARIATION (max-min)
2016	September	-0,097	0,203	0,083	0,300
	Oktober	-0,247	0,153	-0,126	0,400
	November	-0,097	0,153	0,039	0,250
	December	0,103	0,353	0,234	0,250
2017	Januari	0,103	0,703	0,305	0,600
	Februari	-0,347	0,153	-0,088	0,500
	Mars	-0,147	0,203	0,099	0,350
	April	-0,047	0,253	0,136	0,300
	Maj	-0,097	0,153	-0,009	0,250
	Juni	0,053	0,353	0,190	0,300
	Juli	0,053	0,353	0,198	0,300
	Augusti	0,053	0,253	0,146	0,200
	September	0,003	0,453	0,202	0,450
	Oktober	-0,147	0,403	0,228	0,550
	November	0,253	0,553	0,416	0,300
	December	0,353	0,503	0,436	0,150

Figur 4. Figur över uppmätta nivåer i hamnbassängen, Nyköpings hamn under perioden 2016 (hösten) och 2017.



3. Sammanfattning

Det är svårt att se några trender i grundvattennivåerna, vilket även tidigare har konstaterats i tidigare genomförda undersökningar. Hade det funnits ett tydligt dominerande grundvattenflöde genom området borde det ha syns i de uppmätta nivåerna.

Det är även svårt att göra någon bedömning om nivån i hamnbassängen har någon större inverkan på grundvattnet i Kungshagen. Däremot kan det konstateras att grundvattnet i Kungshagen är relativt ytligt och befinner sig ca 1-2 m under markytan, än mer ytligt i de södra delarna närmast Stadsfjärden samt vid ett par måttillfällen i nordvästra delen av Kungshagen. Nivån i hamnbassängen är till stor del ca 0-0,3 m över medelvattennivån. Flödesriktningen för grundvattnet bedöms generellt vara sydlig, mot Stadsfjärden med en potentiell grundvattendelare genom områdets östra del. Grundvattennivåerna är hyfsat stabila och grundvattnet följer till stor del topografin i området.

Risken för en pumpeffekt orsakad av snabba nivåvariationer i avfallet och som skulle leda till att gas pressas ut från området bedöms vara liten. De höga vattennivåerna i området minskar även möjligheten till att större mängder gas ansamlas i marken, då porositeten är vattenmättad.

4. Referenser

SMHI, 2018. SMHI:s mätstation Aspa <https://www.smhi.se/vadret/vadret-i-sverige/observationer#ws=wpt-a,proxy=wpt-a,tab=all,stationid=87600,type=weather> den 2018-04-30

Etapp 2B –BMP-test Kungshagen

Datum 2018-05-14

Ramböll Sverige AB
Hospitalsgatan 26
611 32 Nyköping

Uppdrag Deponigasutredning Kungshagen – etapp 2B

Beställare Karin Wesström, Nyköpings kommun
(Kundnamn)

Författare Therese Stark, Ramböll Sverige AB

Granskare Christian Maurice, Lotta Persson

T: +46-10-615 60 00

D:

F:

Unr 1320007831-027

Ramböll Sverige AB
Org nr 556133-0506

Bilaga

Bilaga 1. Fotografier från provgroparna

Bilaga 2. Sammanställning av tidigare mätningar av TOC/GF

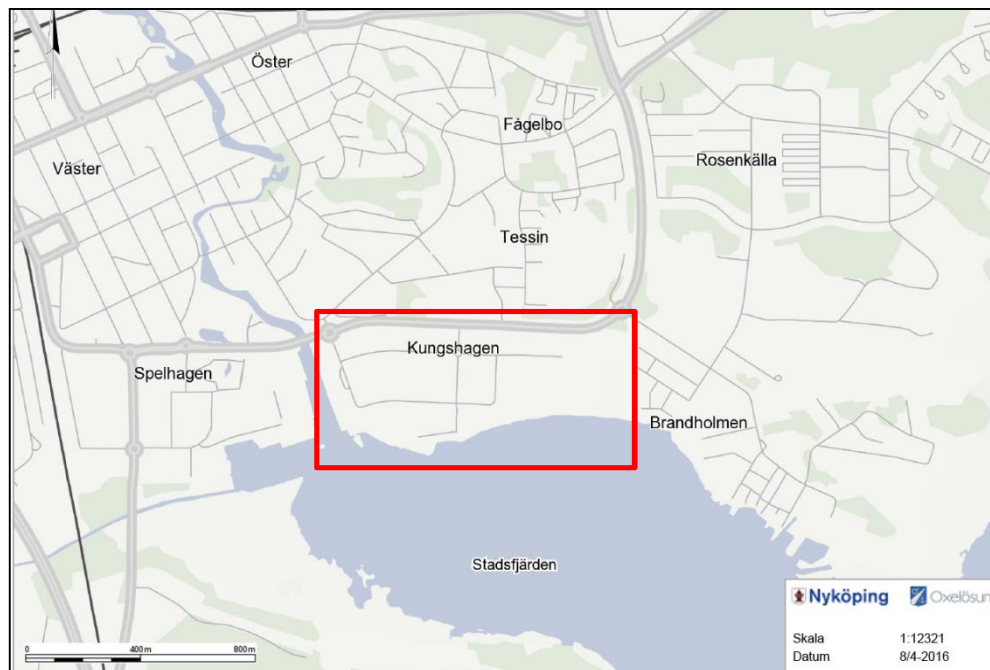
Bilaga 3. Resultat från BMP testen

1. Bakgrund, syfte och lokalisering

På området Kungshagen i Nyköping har stora delar av marken fyllts ut med bl.a. hushållsavfall. Vid tidigare undersökningar har deponigas kunnat uppmätas vilket troligen härrör från nedbrytningsprocessen i det organiska avfallet. Syftet med dessa undersökningar är utreda utfyllnadsmaterialets potential att fortsättningsvis brytas ned och bilda deponigas, bland annat metangas. Resultaten ska ligga till grund för framtida utveckling av området enligt kommunens önskan att omvandla området från ett industriområde till bl.a bostäder och rekreation.

För en sammanfattning av tidigare undersökning hänvisas till "Mellanavstämning" (Ramböll, 2017).

Området Kungshagen ligger i Nyköping i Södermanland, se Figur 1.



Figur 1. Karta över Nyköping, rödmärkning visar området Kungshagen (www.kartor.nykoping.se).

2. Metodbeskrivning

För att på längre sikt kunna uttala sig om gasbildningen från ett område behöver den återstående potentialen (mängden nedbrytbart organiskt material) uppskattas. Gaspotentialen kan uppskattas på tre olika sätt:

1. Glödningsförlusten, LOI, används som mått för andelen organiskt material som finns i avfallet. Metoden är enkel men överskattar metanbildningspotentialen då plast och trä räknas som nedbrytbar och bidragande till gasbildning. Även kalk och andra föreningar kan förbrännas och bidra till glödningsförlusten utan att de orsakar metanbildning.
2. TOC (total organiskt kol) är ett mer precist mått på andelen organiskt material i avfallet. Även där kommer plast och trä att räknas som nedbrytbara.
3. Biokemisk metanbildningspotential (BMP) är nedbrytningsförsök som gör under anaeroba förhållanden. Metoden kan ses som en motsvarighet av BOD (biologic oxygen demand) under anaeroba förhållanden. En bestämd mängd avfall blandas med ymp (metanbildande mikroorganismer) och vatten i en flaska som inkuberas. Mängden gas som bildas registreras regelbundet och används för att bestämma

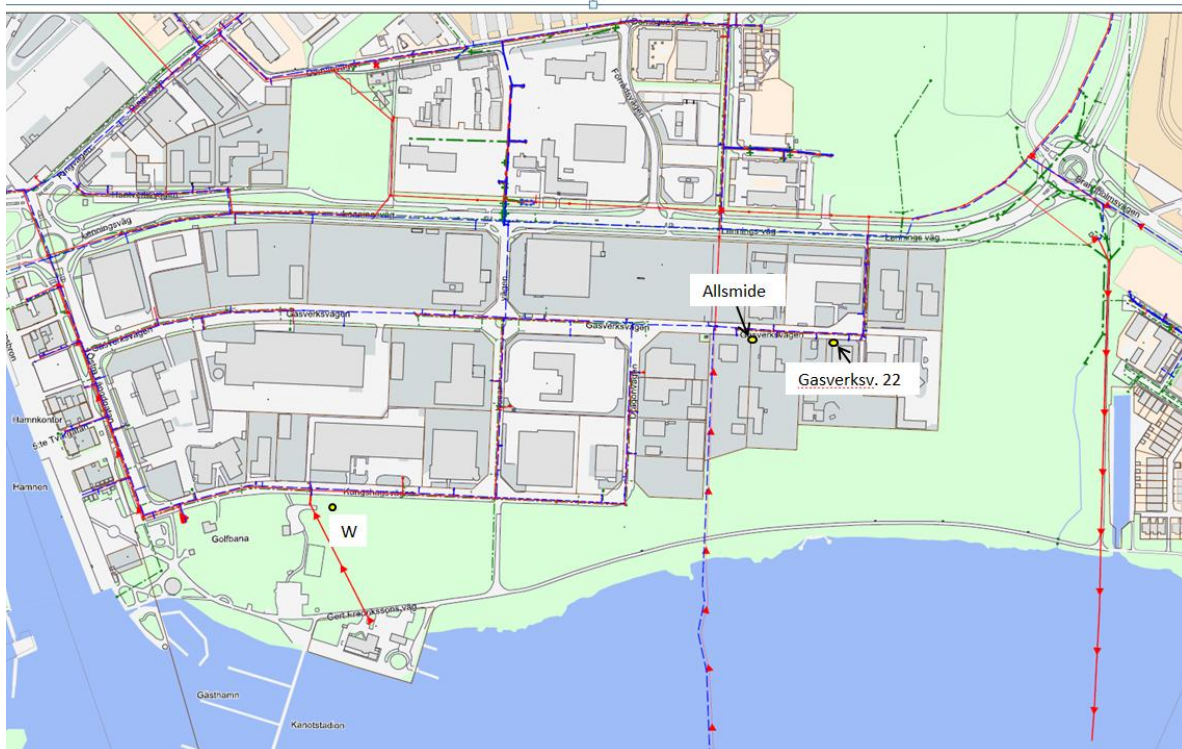
gasbildningspotentialen. Metoden ger en bättre bild av hur mycket gas som kan komma att bildas då endast fraktionen som är nedbrytbart organiskt material kommer att brytas ned.

I denna undersökning har gaspotentialen undersökts genom BMP-test. I testet blandades 10 g avfall på torrviktbasis med ymp och vatten. Mängden gas som bildades med tiden mättes veckovis. Gasen som bildas är biogas, en blandning av koldioxid och metan i lika delar.

I slutet av försöket analyserades gassammansättningen i flaskorna för att kontrollera om metan bildats. Glödningsförlusten och torrsubstanshalten (TS-halten) har även bestämts för materialen.

3. Utförande

Med hjälp av grävmaskin grävdes den 11 december 2018 tre gropar i syfte att ta ut material för BMP-test samt installera grundvattenrör för mätning av porgas, se rapport Ramböll 2018a. Groparna grävdes ca 2 meter djupa och i två av tre provgropar påträffades grundvatten, se Tabell 1 för fältanteckningar. Provgroparnas placering redovisas i Figur 2. Val av plats för uttag av material gjordes utifrån tidigare mätresultat, tex från Ramböll 2018a, walk over-survey samt andra undersökningar sammanställda i Ramböll, 2017.



Figur 2. Provplacering för provgroppgrävning.

Den del av grundvattenröret som hamnade under grundvattennivån tejpades igen med silvertejp för att inte få inflöde av vatten som kunde störa provtagningen.

Den biologiska metanbildningspotentialen (BMP) undersöktes i fyra avfallsprover med hjälp av så kallad BMP-försök. Vilka provdjup som är analyserade redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Fältanteckningar från provgroppgrävning

Provgrop	Djup (m)	Notering	Lukt	Prov för BMP-test	Gv-nivån (m) under markytan
W	0-1,5	F (tegel, glasflaskor), St, Bl, brun sand			
	1,5-2	Svart med inslag av lila. F, organiska skivor, hushållsavfall	Luktar illa	X	1,8
Allsmide	0-0,5	Brun Sa, St med inslag av F			

	0,5-1	F, St, Sa, brun. Från ca 0,8 m svarta inslag, träbitar			
	1-1,5	Svarta sopor, tegel, duk, massa skräp	Luktar illa	X	
	1,5-2		Luktar fruktansvärt	X	2,0
Gasverksv.22	0-1	F, brun Sa, St (utfyllt 1973 enligt ägaren)			
	1-1,5	Svart Sa, Si, Bl, några gamla brädor inte mycket skräp			
	1,5-2	Lite svartare, inga hushållssopor		X	Inget gv.

Ympen är rötslam som används för att tillföra metanbildande mikroorganismer till blandningen. Eftersom ympen innehåller organiskt material och därmed även kan bidra till den totala gasbildningen behöver dess bidrag beaktas. Gasbildningspotentialen från ympen mättes i ett referensförsök med enbart ymp och resultaten användes för att räkna nettogasbildningen. Samtliga försök utfördes i triplikat. För att säkerställa att gasbildningen inte hämmades av näringsbrist i det aktuella provet, utfördes en parallell serie där en näringslösning tillsattes, för att trigga gasbildningen.

4. Resultat och diskussion

TOC och i vissa fall glödgningsförlust från tidigare provtagningar (Sweco 2008a, 2008b & 2011, WSP 2007 & 2010), i området har sammanställts i bilaga 2. Där kan noteras att TOC-halter på 7,8 % har uppmätts i nordvästra Kungshagen (Lansen 13, BP7 provdjup 0,27-0,64 m). I sydvästra Kungshagen (rapport Vattenlek 2008, provmärkning 0801 och 0802 provdjup 0,6-1,75 m) noterades glödgningsrest på ca 68 %. Dessa mätningar kan indikera att det finns organiskt material som skulle kunna bilda metangas.

Resultaten från torrsubstanshalt och glödgningsförlust i materialet som uttogs nu redovisas i

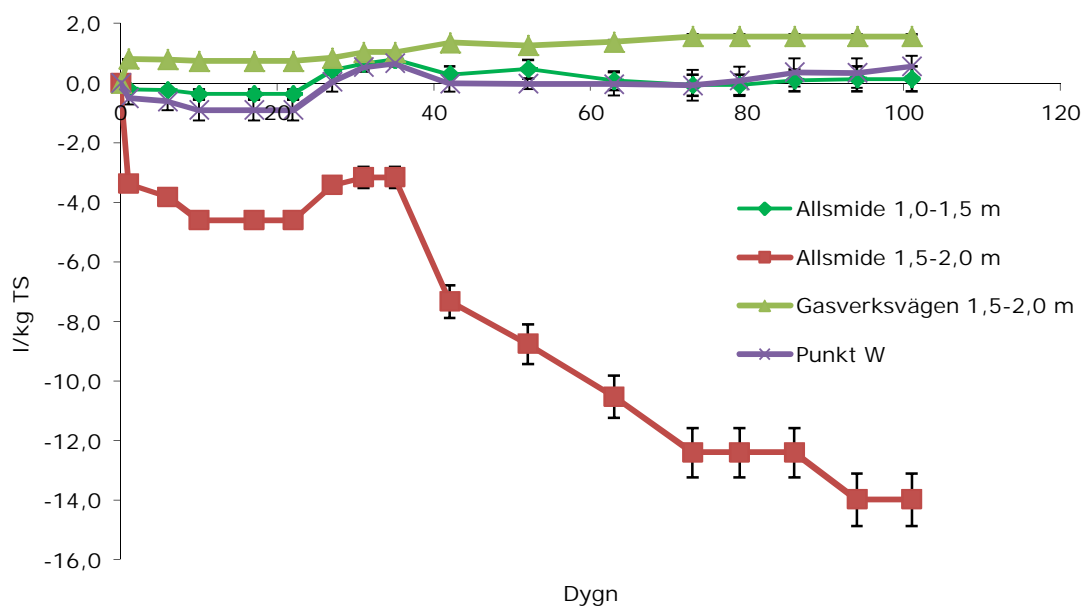
Tabell 2. Högst glödgningsförlust (och därmed mest organiskt material) uppmättes i det djupare provet från Allsmide (24 %). Generellt var det relativt låga nivåer av glödgningsförlust.

Tabell 2. Torrsubstanshalt (TS) och glödningsförlust (GF) i materialet som undersöktes.

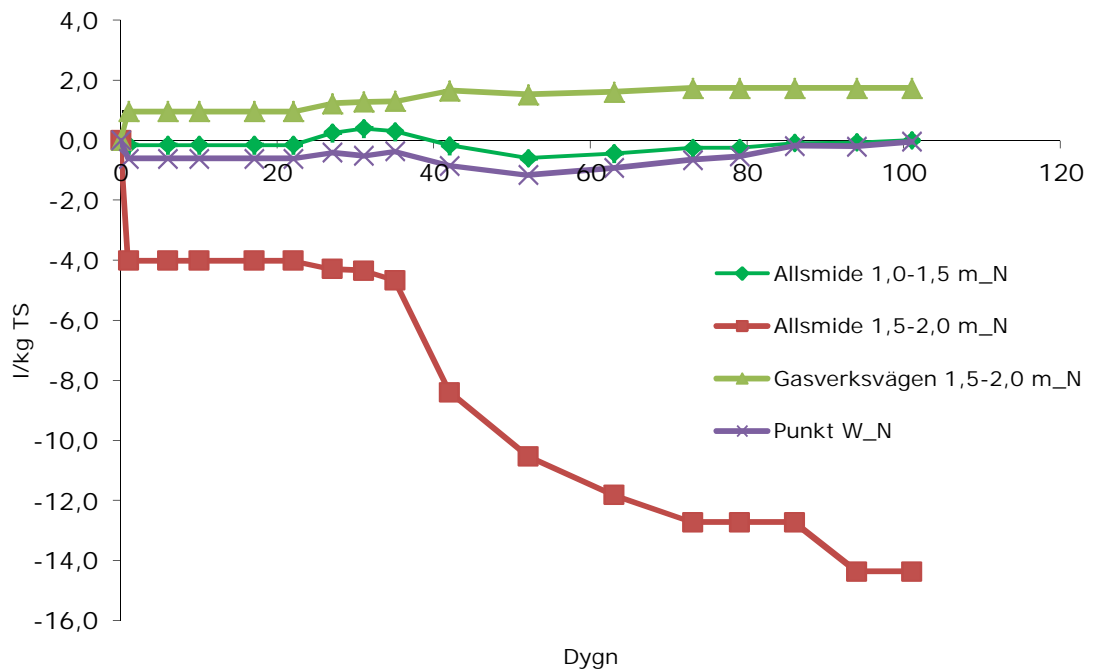
Plats	TS %	GF %
Allsmide 1,0-1,5 m	77,6	7,2
Allsmide 1,5-2,0 m	57,2	24,3
Gasverksvägen 1,5-2,0 m	85,6	1,4
Punkt W	66,8	8,9
(Ymp)	2,1	58,7

Resultaten från BMP-testen visar ingen effekt av tillsatsen av näringslösning (Figur 3 och Figur 4). Skillnaden mellan serierna med näringslösning och utan var försumbar.

Generellt var den totala gasbildningen låg, vilket kan bero på att avfallet är gammalt, med relativt lågt innehåll av lätt nedbrytbart organiskt material.



Figur 3. Netto kumulerad gasbildning från försöken utan tillsats av näringslösning i respektive prov efter att gasbildning från ymp räknats bort.



Figur 4. Netto kumulerad gasbildning från försöken med tillsatts av näringslösning i respektive prov efter att gasbildning från ymp räknats bort.

Provet som hade högst innehåll av organiskt material (Allsmide 1,5-2.0 m) visade ingen gasbildning. Avfallet hade ett hämnande effekt på ympen vilket resulterade i ingen gasbildning och ett negativ netto gasbildning (se Figur 3 och Figur 4). Då även ympens förväntade gasbildning uteblev resulterade försöket i en negativ nettogasbildning.

Analys av gassammansättningen i proven visade att inget metan bildats i dessa prover. Materialet luktade extremt illa. En möjlig anledning till detta skulle kunna vara att provet innehöll en organisk förorening av något slag.

Högst metanbildning fanns i prov *Allsmide 1,0-1,5m* och prov *W* i halter på ca 8 % respektive 14 % (Tabell 3 och Tabell 4). Den uppmätta gasbildningen var som högst 1,7 I/kg avfall (Gasverksvägen 1,5-2 m, Figur 3 och Figur 4). För att vara på ett deponiområde anses den gasbildningen vara låg vilket kan bero på att avfallet är gammalt. Den maximal gasbildningspotential, i färskt rent organiskt material är ca 500 I/kg. Nedbrytning av organiskt material och gasbildning förväntas ske under lång tid efter att deponeringsverksamheten

upphört. Under gynnsamma förhållanden uppskattas halveringstiden för nedbrytning av matavfall till några år medan den för exempelvis papper uppgår till uppåt 10 år och för textilier och trä till uppåt 30 år (van Zanten and Scheepers 1997). Nedbrytningstakten påverkas även av förhållanden i deponin (bl.a. temperaturen). Från blandat hushållsavfall bedöms gaspotentialen (den totala gasmängden som kan bildas) ligga mellan 50-400 m³/ton (Ham 1989). Det innebär att gasbildning kan observeras under upp emot ett sekel efter att verksamheten avslutats.

Samtidigt motsvarar det 1,7 m³ deponigas per kubikmeter avfall, antaget en torrdensitet på 1 t/m³ vilket inte är försumbart.

Tabell 3. Gassammansättning vid sista mättillfälle i proven från försöken utan näringslösning.

	Koldioxid %	Syre %	Kväve %	Metan %
Allsmide 1-1,5m	5,8	4,8	82,1	7,8
Allsmide 1,5-2m	10,4	5,5	84,4	0,1
Gasverksv	1,6	3,9	93,7	1,2
Punkt W	8,5	3,5	74,3	14,4
Ymp	3,4	5,9	88,3	2,9

Tabell 4. Gassammansättning vid sista mättillfälle i proven från försöken med näringslösning

	Koldioxid %	Syre %	Kväve %	Metan %
Med näringslösning				
Allsmide 1-1,5	6,4	3,8	81,6	8,7
Allsmide 1,5-2	10,7	5,5	83,9	0,1
Gasverksv	1,5	4,0	94,7	0,3
Punkt W	8,2	3,7	74,4	14,1
Ymp	3,8	3,6	89,8	3,3

5. Slutsats och diskussion

Resultaten från BMP testerna stödjer fältmätningarna av gasemissioner. Gasbildningstakerna bedöms som låga beroende på att avfallet är nedbrutet (gammalt) med lågt innehåll av organiskt material och i vissa delar, ha hämmande effekt på metanbildande mikroorganismer.

I och med att två tidigare mätningar indikerat högre halter av TOC och glödningsförlust skulle detta kunna indikera att det lokalt finns områden som innehåller material med större mängder organiskt kol. Detta material kan vara en källa till metangasbildningen blir större i vissa punkter.

Resultaten visar att metan bildas, dock i mängder som kan anses som mycket små. Risk associerade med gasbildning kan inte uteslutas även om avfallet till största del kan anses som nedbrutet.

6. Referenser

Ham, Robert K., and Morton A. Barlaz. (1989) Measurement and Prediction of Landfill Gas Quality and Quantity in Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impacts. Thomas H. Christensen, Raffaello Cossu, and Rainer Stegmann (Academic Press, New York, 1989) p.155-158. In Lagerkvist, A. (2003) landfill technology, report no 2003:15, Luleå University of Technology, Luleå, Sweden.

Ramböll, 2017a. Deponigasutredning Kungshagen- Mellanavstämning mellan etapp 1 och 2. L Persson, T Stark & C Maurice. 2017-06-20. Uppdragsnummer 1320007831-027.

Ramböll, 2016. LANDFILL GAS MEASUREMENTS KUNGSHAGEN NYKÖPING 8.-9.11.2016.

Ramböll, 2018a. T Stark och C Maurice. Statiska kammanförsök, Kungshagen. Maj 2018

Sweco, 2008a. Vattenlek-Miljö-Översiktlig miljöundersökning inför detaljplanering av vattenlek. 2008-12-05

Sweco, 2008b. Lekplats, Kungshagen-Miljöundersökning av befintlig lekplats, Kungshagen. 2008-12-19

Sweco, 2011. Lansen 13 Fördjupad miljöteknisk undersökning samt åtgärdsutredning. 2011-01-04

Van Zanten, B. And Scheepers, M.J.J. (1997) Modelling of landfill gas potentials, in Lagerkvist, A (ed.) Papers from the 1992-1994 IEA Landfill Gas Activity, The landfill Group report no 1997: 1, Luleå University of Technology, Luleå, Sweden.

WSP, 2007. Nyköpings kommun Kungshagens f.d gasverk. 2007-10-18

Bilaga 1 - Fotografier från provgroppsgrävning

Punkten W:



Vid Allsmide:



Vid Gasverksv 22:



Bilaga 2. Sammanställning av tidigare mätningar av TOC/GF

Område	Rapport	År	provets märkning	provets djup (m)	Fältnoteringar	Jord eller Avfall	TOC (beräknad)	glödgningsförlust	glödgningsrest	enhet
Nordvästra Kungshagen	Lansen 13	2010	BP1	0,7-1,0	gr Sa	J	0,97	1,7	98,3	% av TS
		2010	BP2	0,7-1,0	Let I	J	2,3	4	96	% av TS
		2010	BP5	2,0-2,5	gr si Sa (byggrest)	A	4,6	8	92	% av TS
		2010	BP7	0,27-0,64	avfall (tegel)	A	7,8	13,7	86,3	% av TS
		2010	PG3	0,9-1,6	gr le si Sa (tegel)	J	3	5,2	94,8	% av TS
		2010	PG6	0,05-0,5	st gr Sa F (tegel)	A	1,1	1,9	98,1	% av TS
		2010	PG7	0,6-0,75	skikt av svart, blå, grön jord (cyanid) i delar av gropen	A	2,5	4,3	95,7	% av TS
		2010	PG9	0,5-1,2			0,86	1,5	98,5	% av TS
		Norra Kungshagen	Busslink, Svärdet 3	2010	10W02	1,0-1,5	vsilet	J	0,8	
2010	10W03			2,0-2,5	F (grSa olja)	A	0,82			% av TS
Sydvästra Kungshagen	Lekplatsen 2008	2008	01	yttliga jordprover	Sa	J		0,5		% av TS
		2008	05	yttliga jordprover	Sa	J		0,6		% av TS
		2008	07	yttliga jordprover	Sa	J		0,6		% av TS
		2008	09	yttliga jordprover	My (gräsbevuxen yta)	J		22,4		% av TS
Sydvästra Kungshagen	Vattenlek 2008	2008	0801	0,6-1,0	F (sopor, glaskross, plast)	A			91,2	% av TS
		2008	0801	1,0-1,75	F (som flagor, eller "hårigt")	A			68,5	% av TS
		2008	0802	0,6-1,0	F (trä, tegel, sand)	A			65,3	% av TS
		2008	0804	0,8-1,2	F (trä, tegel, sand)	A			97,5	% av TS
		2008	0805	0,8-1,2	F (trä, tegel, sand)	A			97,5	% av TS
		2008	0806	1,1-1,5	F (Sa, däck, glas)	A			84,9	% av TS
		2008	0807	0,7-1,2	sa, Le, flagor, trädar (lite olja)	A			80,8	% av TS
		2008	0808	0,8-1,4	Sa sopor, trädar, flagor	A			96	% av TS
		2008	Samling1 0805-0808	0,1-0,5	le Sa mu plast tegel armering glas sopor F	A			96,3	% av TS
		2008	Samling2 0801-0804	0,1-0,8	le Sa F	A			96	% av TS
Nordvästra Kungshagen	Kungshagens f.d gasverk	2007	0713	0,3-0,6	F/muSa (svart, aska)	A				
		2007	0716	2,5-3,0	F/svart muSi	A				
		2007	0723	0,3-0,5	F/samnSi	A				
		2007	0726	0,34-0,6	legrsaSi (tegel)	J				
		2007	0732	1,5-2,0	F/Sa	A				
					<i>lågst</i>	<i>medel</i>	<i>standardavvikelse</i>		<i>90:e perc</i>	<i>högst</i>
	TOC % av glödförlust		0,3	3,6	3,97		8,44	14,6		% av TS

Bilaga 3. Resultat från BMP

Invägning av prov till BMP-försöket. Till försöket vägs 10 g avfall in torrvtikt och ymp med metanbildande mikroorganismer i förhållande 1:3 avseende innehåll av organsikt material (GF). Vidare tillsätts 20 ml näringslösning och slutligen vatten för att uppnå 130 ml vatten för 10 g avfall.

	invägning prov till BMP TS g	prov våtvikt g	GF g	Ymp GF * g	Ymp TS g	Ymp våtvikt g	Tillsatt vatten g	Närings- lösning ml	Tillsatt vatten ml
Allsmide 1,0-1,5 m	10	12,9	0,72	0,24	0,41	19,6	127,1	20	107,1
Allsmide 1,5-2,0 m	10	17,5	2,43	0,81	1,38	66,4	122,5	20	102,5
Gasverksvägen 1,5-2,0 m	10	11,7	0,14	0,05	0,08	3,8	128,3	20	108,3
Punkt W	10	15,0	0,89	0,30	0,51	24,4	125,0	20	105,0
Ymp	10	481,3	5,87	1,96	3,33	160,4			

* Förhållande GF prov:ymp 1/3

Netto gasbildning från försöken utan tillsatts av näringslösning

Gasanalyser	Dag	Allsmide 1,0-1,5 m		Allsmide 1,5-2,0 m		Gasverksvägen 1,5-2,0 m		Punkt W	
Flaska nr Enhet		Medel l/kg TS	Stdav	Medel l/kg TS	Stdav	Medel l/kg TS	Stdav	Medel l/kg TS	Stdav
Datum									
2018-01-23	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,000	0,00	0,0
2018-01-24	1	-0,2	0,1	-3,4	0,2	0,81	0,004	-0,51	0,2
2018-01-29	6	-0,2	0,1	-3,8	0,2	0,78	0,004	-0,62	0,3
2018-02-02	10	-0,4	0,2	-4,6	0,3	0,74	0,005	-0,91	0,3
2018-02-09	17	-0,4	0,2	-4,6	0,3	0,74	0,005	-0,91	0,3
2018-02-14	22	-0,4	0,2	-4,6	0,3	0,74	0,005	-0,91	0,3
2018-02-19	27	0,4	0,2	-3,4	0,3	0,84	0,005	0,05	0,3
2018-02-23	31	0,7	0,2	-3,2	0,4	1,03	0,005	0,53	0,2
2018-02-27	35	0,8	0,2	-3,2	0,4	1,03	0,005	0,66	0,1
2018-03-06	42	0,3	0,3	-7,3	0,6	1,35	0,008	-0,01	0,3
2018-03-16	52	0,5	0,3	-8,8	0,7	1,26	0,011	-0,02	0,2
2018-03-27	63	0,1	0,3	-10,5	0,7	1,38	0,068	-0,03	0,4
2018-04-06	73	-0,1	0,4	-12,4	0,8	1,56	0,069	-0,09	0,5
2018-04-12	79	-0,1	0,4	-12,4	0,8	1,56	0,069	0,08	0,5
2018-04-19	86	0,1	0,4	-12,4	0,8	1,56	0,069	0,36	0,5
2018-04-27	94	0,1	0,4	-14,0	0,9	1,57	0,071	0,34	0,5
2018-05-04	101	0,1	0,4	-14,0	0,9	1,57	0,071	0,57	0,3

Netto gasbildning från försöken med tillsatts av näringslösning

Gasanalyser	Dag	Allsmide 1,0-1,5 m		Allsmide 1,5-2,0 m		Gasverksvägen 1,5-2,0 m		Punkt W	
		Medel l/kg TS	Stdav	Medel l/kg TS	Stdav	Medel l/kg TS	Stdav	Medel l/kg TS	Stdav
Enhet	Datum								
	2018-01-23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0
	2018-01-24	-0,2	0,1	-4,0	0,1	1,0	0,1	-0,61	0,0
	2018-01-29	-0,2	0,1	-4,0	0,1	1,0	0,1	-0,61	0,0
	2018-02-02	-0,2	0,1	-4,0	0,1	1,0	0,1	-0,61	0,0
	2018-02-09	-0,2	0,1	-4,0	0,1	1,0	0,1	-0,61	0,0
	2018-02-14	-0,2	0,1	-4,0	0,1	1,0	0,1	-0,61	0,0
	2018-02-19	0,3	0,3	-4,3	0,1	1,2	0,2	-0,41	0,0
	2018-02-23	0,4	0,3	-4,3	0,4	1,3	0,2	-0,51	0,1
	2018-02-27	0,3	0,3	-4,7	0,4	1,3	0,1	-0,37	0,2
	2018-03-06	-0,2	0,3	-8,4	0,5	1,7	0,1	-0,85	0,2
	2018-03-16	-0,6	0,1	-10,5	0,5	1,5	0,1	-1,15	0,1
	2018-03-27	-0,4	0,3	-11,8	0,5	1,6	0,2	-0,91	0,2
	2018-04-06	-0,3	0,4	-12,7	0,6	1,7	0,2	-0,66	0,2
	2018-04-12	-0,3	0,4	-12,7	0,6	1,7	0,2	-0,53	0,2
	2018-04-19	-0,1	0,3	-12,7	0,6	1,7	0,2	-0,18	0,2
	2018-04-27	-0,1	0,3	-14,4	0,7	1,7	0,2	-0,20	0,2
	2018-05-04	0,0	0,3	-14,4	0,7	1,7	0,2	-0,04	0,3