

RAPPORT
**TEGELVIKEN KALMAR
- UTREDNING AV DEPONIGASSITUATION**



UPPDRAG 286223, Tegelviken deponi, Kalmar. Deponigasutredning
Titel på rapport: Tegelviken Kalmar - Utredning av deponigassituation
Status: Slutrapport
Datum: 2018-04-25

MEDVERKANDE

Beställare: Kalmar kommun
Kontaktperson: Anna Aleljung

Konsult: Tyréns AB
Uppdragsansvarig: Magnus Lindsjö
Kvalitetsgranskare: Håkan Rosqvist

Uppdragsansvarig: Magnus Lindsjö

Datum: 2018-05-01

Handlingen granskad av: Håkan Rosqvist

Datum: 2018-05-01

SAMMANFATTNING

Inom Tegelviksområdet i Kalmar kommun har avfall deponerats mellan ungefär 1930- talet fram till 1980-talet. Avfallet har använts som utfyllnadsmaterial inom stora delar av området, men också bildat två kullar i väster och öster.

Inför kommande detaljplaneändring har Tyréns AB fått i uppdrag att göra en bedömning av risker kopplade till metangasproduktion inom området samt vilka riskreducerande åtgärder som eventuellt kan komma att behövas för att möjliggöra en exploatering.

Baserat på modellering av gasproduktion i det deponerade avfallet framkommer det att det fortfarande kan bildas en ansevärd mängd metangas i det deponerade avfallet. Dock är avfallet fördelat över ett stort område och gasproduktionen därmed förhållandevis liten per ytenhet.

Utifrån en inventering av ledningar som finns förlagda inom området framgår att det finns spridningsvägar från områden med organiskt avfall till byggnader och tekniska installationer inom området. Därmed finns det också en möjlighet att deponigas kan tränga in och ansamlas i slutna utrymmen och utgöra en risk för människors hälsa och säkerhet.

Den sammantagna slutsatsen är att det inte går att utesluta risker kopplade till deponigasproduktion vid Tegelviken. Även om gasproduktionen är låg och avtagande så kan konsekvenserna av eventuell olycka bli stor.

Vid projektering av nya byggnader och installationer behöver riskerna med deponigas vägas in och befintliga byggnader och ledningar bör inventeras i syfte att förfinas den konceptuella riskbedömning som tyder på risker med spridning av metan till slutna utrymmen.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	SYFTE.....	5
2	BAKGRUND	5
	2.1 OMRÅDESBESKRIVNING.....	5
	2.2 AVLOPPSRENINGSVVERK KALMAR.....	5
	2.3 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR	6
3	UTFYLLNADEN AV TEGELVIKEN	6
	3.1 AVFALLSSTRÖMMAR OCH MÄNGDER.....	6
4	DEPONIGASPRODUKTION.....	7
	4.1 ALLMÄNT OM DEPONIGAS.....	7
	4.2 MODELLERAD GASPRODUKTION	8
	4.3 PLATSSPECIFIK MODELLERING FÖR PRODUKTION AV METANGAS	8
	4.4 RESULTAT FRÅN MODELLERING	9
5	RISKER KOPPLADE TILL DEPONIGAS.....	11
	5.1 SPRIDNINGSVÄGAR.....	11
	5.2 RISKOBJEKT.....	12
	5.3 SAMMANVÄGD KONCEPTUELL RISKBEDÖMNING	12
	5.4 OSÄKERHETER	13
6	INVENTERING AV LEDNINGAR.....	13
	6.1 TELELEDNINGAR	13
	6.2 VA-LEDNINGAR	13
	6.3 EL- OCH ENERGILEDNINGAR	14
7	FÖRSLAG TILL RISKMINIMERANDE ÅTGÄRDER.....	14
	7.1 BEFINTLIGA ANLÄGGNINGAR	14
	7.2 NYA ANLÄGGNINGAR	14
	7.2.1 GASTEKNISKT FUNKTIONSDUGLIG GRUNDLÄGGNING.....	15
8	SLUTSATSER.....	16
9	REFERENSER.....	17

Bilaga 1 – Karta med detaljplaneområde och deponerat avfall

Bilaga 2 – Karta med källa till deponigas, spridningsvägar och riskobjekt

1 SYFTE

Framtagande av ny detaljplan för området Tegelviken med fastigheterna Vesholmarna 1 m.fl. och planer på utbyggnad av det befintliga avloppsreningsverket pågår inom Kalmar kommun. På anmodan av Kalmar brandkår (Yttrande 2017-12-22) om att utreda deponigasituationen i förhållande till den nya detaljplanen har Kalmar kommun bitt Tyréns AB att utreda förutsättningar för planerad byggnation/exploatering med avseende på deponigas och vilka riskreducerande åtgärder som eventuellt kan komma att behövas för att möjliggöra en exploatering.

Tyréns har tagit på sig att genomföra en utredning med följande delar

- Utredning av avfallsmängder och avfallstyper inom respektive delområde
- Modellering av metangasproduktion från respektive delområde
- Identifiering av befintliga riskobjekt
- Identifiering och undersökning av möjliga spridningsvägar för gas
- Bedömning av risker kopplade till metangasproduktion
- Förslag till riskminimerande åtgärder

2 BAKGRUND

Inom området Tegelviken sydväst om Kalmar har utfyllnad och deponering av avfall pågått i ca 50 år. Olika delar av området har fyllts ut i olika omgångar och olika typer av avfall har deponerats om varandra inom området utan tydlig struktur.

Tidigare miljötekniska undersökningar har visat på mäktigheter av fyllnadsmassor på mellan 1 till 15 meter inom området och föroreningshalter av tungmetaller och PAH som överstiger Naturvårdsverkets generella riktvärden för MKM. Under de senaste 6 åren har 31 mätningar av deponigas har genomförts varav 2 har visat på höga halter och resten på låga halter av metan.

2.1 OMRÅDESBESKRIVNING

Tegelviksområdet utgörs av en äldre havsvik som har fyllts ut under 1900-talet. Inom området finns verksamheterna reningsverk, idrottsplats, rekreationsområde, återvinningsanläggning samt även ett mellanlager för muddermassor. I övrigt är markytan i huvudsak gräsbevuxen med enstaka buskar och träd.

Omgivningen kring Tegelviken framgår i en karta i bilaga 1 som hämtats från Kemaktas huvudstudie för Tegelviken (Kemakta 2014) som visar områdets befintliga verksamheter tillsammans med en bedömning av tidsperioder för deponering av avfall. På kartan i bilaga 1 har även det nu aktuella detaljplaneområdet skissats in.

2.2 AVLOPPSRENINGSVERK KALMAR

Bakgrunden till denna utredning är en utbyggnad av det befintliga avloppsreningsverket i Tegelviken som ska säkerställa en förbättrad rening av avloppsvattnet före utsläpp i Östersjön. Avloppsreningsverk är verksamheter som i sig måste hantera risker med metangasförekomst. Metangas kan förekomma i inkommande spillvatten, det mekaniska reningssteget, i slambehandlingen och produceras kontrollerat i rötningsanläggningen.

I samband med att nya anläggningsdelar projekteras upprättas en klassningsplan där utrymmen som kan innebära risker identifieras och behäftas med restriktioner såsom Eex-klassade installationer, installation av gasvarnare, förbud mot tändning av eld etc.

2.3 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

De kända undersökningar som har gjorts vid Tegelviken har en utgångspunkt i miljögeoteknik med ett syfte att undersöka föroreningar i mark, grund- och ytvatten samt i en begränsad utsträckning deponigas. Det saknas en grundlig sammanställning av tillförda avfallsmängder, verksamhetshistorik ur deponeringssynpunkt eller bedömningar av deponigasproduktion.

Ur tidigare utredningar och i första hand huvudstudie utförd av Kemakta i mars 2014 finns tidigare miljötekniska utredningar sammanställda. Det framgår att det i området finns gott om förorenade markavsnitt, att det finns deponerat avfall inom i stort sett hela området och att deponigas har uppmätts i marknära provpunkter för porgas.

Vectura har 2012 genomfört två undersökningar, en miljögeoteknisk förstudie (Vectura 2012a) samt en geoteknisk undersökning (Vectura 2012b). I samband med dessa har porgasmätning i ytlig jord genomförts och hög metanhalter påträffats i två punkter.

3 UTFYLLNADEN AV TEGELVIKEN

Utfyllnad i Tegelviken genom deponering ska ha påbörjats under 1920-talet och från flygfoton daterade 1939 syns spår av denna verksamhet. Under 1940 ska deponeringen ha tagit fart för att kulminera under 1960- till 1970-talen då de två deponikullarna som benämns Östra respektive Västra kullen anlades. Efter att avfallsanläggningen Moskogen anlagts 1976 ca 9 km nordväst om Tegelviken har huvuddelen av avfallet och sannolikt allt hushållsavfall transporterats dit. Deponering i Tegelviken ska av vissa avfalls slag ha pågått fram till 1980-talet.

Olika utfyllnadsområden har utnyttjats under olika tidsperioder men hur olika avfalls slag disponerades inom och mellan dessa områden är inte klarlagt. Det går därmed inte att säga att organiskt avfall har deponerats inom vissa områden och rivningsrester inom andra områden, även om det troligen har varit fallet.

Utifrån det stora antal miljötekniska borrhningar och provgrovsgrävningar som genomförts inom Tegelviken framgår att hushållsavfall i större eller mindre omfattning finns fördelat över en stor del av området, även jordar som är svartfärgade vilket tyder på ett nedbrutet organiskt avfall som under nedbrytningsprocessen bildat svavelväte. Provtagningarna har genomförts ur ett miljögeotekniskt perspektiv och beskriver i första hand jordarter utifrån Eurocode och beskriver inte avfallet på den detaljnivå som hade varit önsvärt för denna utredning.

3.1 AVFALLSSTRÖMMAR OCH MÄNGDER

Det finns ett mycket sparsamt underlag över avfallet som tillförts Tegelviken. Den bästa sammanställningen som påträffats är en utredning från mitten av 1970-talet, alltså mot slutet av deponeringsperioden. I sammanställningen framgår det vilka olika utredningar som har utförts under 1960- och 1970-talet.

Den mest relevanta informationen i sammanställningen är avfallsvolymer för 1972 eftersom detta är den enda årliga sammanställningen av den totala avfallsvolymer som påträffats. Följande avfalls slag och mängder anges:

Hushållsavfall	111 400 m ³
Industriavfall	
Livsmedelsavfall	25 000 m ³
Verkstadsavfall	15 000 m ³
Träindustriavfall	10 000 m ³
Handelsavfall	5 000 m ³
Betongvaruavfall	2 500 m ³
Övrigt	2 500 m ³

Vägningar av avfallet som utförts 1966 visar att avfallet har en genomsnittlig densitet på 0,15 ton per kubikmeter, vilket skulle ge totalt 16 700 ton hushållsavfall och 9 000 ton industriavfall. I Kalmar kommun levde under samma period drygt 50 000 personer vilket skulle medföra att varje invånare producerade 335 kg avfall per år, vilket är en hög siffra i förhållande till en utredning från Göteborg (Profu, 2009) som visar en avfallsproduktion på ca 200 kg per år under samma tid. Denna avfallsstatistik från Göteborg är den som bäst antas stämma överens med situationen i Kalmar under samma tidsperiod.

4 DEPONIGASPRODUKTION

4.1 ALLMÄNT OM DEPONIGAS

Material med organiskt innehåll bryts ner genom komposteringsprocesser och mikroorganismer bildar med tillgång av syre, koldioxid och vatten. Då mycket material läggs på samma ställe förbrukas snabbt syret och komposteringen avstannar. Istället tar andra mikroorganismer vid som utan tillgång av syre kan bryta ner materialet och restprodukterna blir förutom koldioxid och vatten då även metangas.

Eftersom nedbrytningsaktiviteten är mycket hög under den inledande fasen tar syret snabbt slut, detta handlar om veckor eller någon månad. Därefter tar den syrefria nedbrytningen vid och då den är betydligt långsammare håller den också på under längre tid, vilket kan röra sig om hundra år.

Det avfall som deponeras i en deponi har, efter eventuell förbränning, en viss gaspotential, dvs en viss del av sitt innehåll som är tillgängligt för nedbrytning. I takt med att avfallet bryts ner kommer gaspotentialen att minska, men den kommer inte att försvinna på annat sätt än att den bryts ner vilket gör att deponin kommer att generera gas så länge det finns organiskt avfall och gaspotential kvar, men hastigheten är långt ifrån konstant. Det finns flera faktorer som påverkar nedbrytningen såsom att vissa områden i en deponi blir för torra eller för blöta vilket hämmar nedbrytningen och därmed gasproduktionen. Vissa delar av avfallet som t ex matavfall är lättare att bryta ner än andra som t ex trä medan andra är omöjliga som t ex skrot. Detta gör det svårt att avgöra hur länge nedbrytningen kommer att fortsätta och hur när gasen bildas. Under ideala förhållanden kan halveringstiden för den organiska delen av avfallet vara kring 3 år men är i praktiken ofta betydligt lägre, snarare kring 15-20 år.

Metan utgör ca 50 procent av gasblandningen från en deponi och metangasproduktionen har en stor fördel men två påtagliga nackdelar. Fördelen är att den går att samla in och använda som en förnyelsebar energikälla. Nackdelarna är att den har 25 gånger starkare inverkan på växthuseffekten än koldioxid då den släpps ut till atmosfären samt att den kan bilda en explosiv blandning tillsammans med syre.

Det är dock endast under vissa omständigheter gasen kan bli explosiv. Det krävs en metanhalt mellan 5 och 15 procent för att den vid blandning med luft ska kunna antändas samt att det finns en källa till antändning.

4.2 MODELLERAD GASPRODUKTION

Det finns flera beräkningsmodeller framtagna för att uppskatta den deponigas som bildas då en viss mängd avfall läggs in i en deponi. Modellerna är mycket snarlika i sina beräkningssteg och bygger på att avfallet har en viss mängd organiskt material som kan brytas ner till gas samt att denna mängd avtar med tiden i takt med att det bryts ner. Den modell som använts i detta uppdrag bygger på en nedbrytningsmodell av första ordningen, LandGEM v. 3.02 vars beräkningsekvation är

$$Q_n = k \cdot L_0 \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=0,1}^1 \left(\frac{M_i}{10} \right) \cdot \exp(-k \cdot t_{i,j})$$

Q_n = Flödet av metangas vid år n ($m^3/\text{år}$)

k = Nedbrytningshastigheten ($1/\text{år}$)

L_0 = Gaspotentialen för metan (m^3 metan/ton avfall (våtvikt))

M_i = Deponerad mängd avfall år i (ton)

j = Delning av året i 10 delar för att öka noggrannheten i beräkningen

$t_{i,j}$ = Angivelse av decimala år sedan delmängd av M_i deponerades

Teoretiskt ger modellerna en mycket noggrann bild av deponigasproduktionen, men i praktiken finns det en rad parametrar som påverkar nedbrytningsförloppet och gasproduktionen i deponin. Nedan beskrivs de två faktorerna *gaspotential* och *nedbrytningshastighet* för att ge bakgrund till de plats specifika värdesintervall som används i modelleringen.

Gaspotential L_0

Ett avfalls gaspotential styrs av dess andel biologiskt nedbrytbart kol (DOC) och hur stor del av detta kol som finns tillgängligt för mikroorganismer. Som nämnts ovan är gaspotentialen mer eller mindre konstant för ett avfall som deponerats, den kan inte minska på annat sätt än att avfallet bryts ner och gaspotentialen sjunker. Gaspotentialen avser produktion av metangas enbart, och inte deponigas.

Defaultvärde avseende gaspotential för ett blandat hushållsavfall i LandGEM är $170 m^3/\text{ton}$, detta värde antas dock vara för högt för den aktuella deponin. Avfall i äldre deponier bryts inte ner lika effektivt som i moderna.

Nedbrytningshastighet k

Nedbrytningen av avfallet styrs till stor del av klimatet i deponin. Fukthalten är viktig och en optimal fukthalt ökar nedbrytningsförloppet medan torrare eller blötare klimat hämmar nedbrytningen. Även faktorer som temperatur, tryck och pH-nivå i deponin påverkar förloppet samt innehållet av näringsämnen och plats för mikroorganismerna att växa. Defaultvärdet för nedbrytningshastigheten i LandGEM är 0,05 vilket ger en halveringstid för avfallet på omkring 14 år. I litteratur anses att nedbrytningen kan gå både snabbare och långsammare än så, i moderna anläggningar som är optimerade för gasproduktion kan halveringstiden sjunka till 3 år medan den för träfraktionen i avfall kan stiga upp mot 40 år.

4.3 PLATSSPECIFIK MODELLERING FÖR PRODUKTION AV METANGAS

Som input för vilka avfallsmängder som tippats vid Tegelviken har invånarantalet i Kalmar använts under den tid som utfyllnaderna huvudsakligen skedde (1920-1977) och en genomsnittlig mängd hushållsavfall för person per år har räknats fram. Detta har gjorts genom en baklänges extrapolering med de uppmätta avfallsmängderna från 1972 som

utgångspunkt, och med referens till den ökning av avfallsmängder som har uppmätts i Göteborg under samma tidsperiod. Då avfallsmängderna i Kalmar är höga vid mätningen 1972 i förhållande till avfallsmängderna i Göteborg vid samma tid, så blir de totala avfallsmängderna per år höga under hela utvecklingen vid Tegelviken.

Dessutom läggs en mängd till för livsmedelsavfall som i början av 1970-talet utgjorde knappt hälften av allt industriavfall. Inom detta uppdrag har endast en hastig översikt av den historiska livsmedelsindustrin i Kalmar genomförts. Översikten visar att ett av de större tillskotten är slakteriavfall som har tillförts under hela perioden för utfyllnaden samt att andra avfallsslag som avfall från osttillverkning tillkommit under tiden. Framför allt slakteriavfall kan generera stora mängder deponigas vilket påverkar resultatet av modelleringen. Som en relativt svagt graderad bedömning för ökningen av livsmedelsavfall har antagits att på 1930-talet deponerades 1 000 ton livsmedelsavfall som ökas till att uppnå 9 000 ton i början av 1970-talet.

Historisk hantering av slam från det närliggande reningsverket har efterfrågats, men inga uppgifter har erhållits och slam tas inte upp i modelleringen.

Fyra olika scenarier har beräknats utifrån de spann av gaspotential och nedbrytningshastighet som har diskuterats ovan. De fyra scenarierna ser ut som följer

1. Lägre gaspotential och en snabbare nedbrytning ($L_0=35$, $k=0,07$)
2. Lägre gaspotential och en långsammare nedbrytning ($L_0=35$, $k=0,035$)
3. Högre gaspotential och en snabbare nedbrytning ($L_0=70$, $k=0,07$)
4. Högre gaspotential och en långsammare nedbrytning ($L_0=70$, $k=0,035$)

För övrigt har inga förändringar gjorts på LandGEM-modellen.

Gällande gaspotentialen i Tegelviksdeponin föranleder åldern på deponin en korrigeringsfaktor vilket minskar gaspotentialen från $170\text{m}^3/\text{ton}$ till omkring $100\text{m}^3/\text{ton}$. Även detta anses högt då det inte är osannolikt att avfallet bränts på deponin samt att andelen mat- och pappersavfall varit lägre under äldre tider. Med utgångspunkt i deponins ålder och andelen DOC i avfallet antas gaspotentialen ligga mellan 35 och $70\text{m}^3/\text{ton}$ vilket används vid beräkningarna.

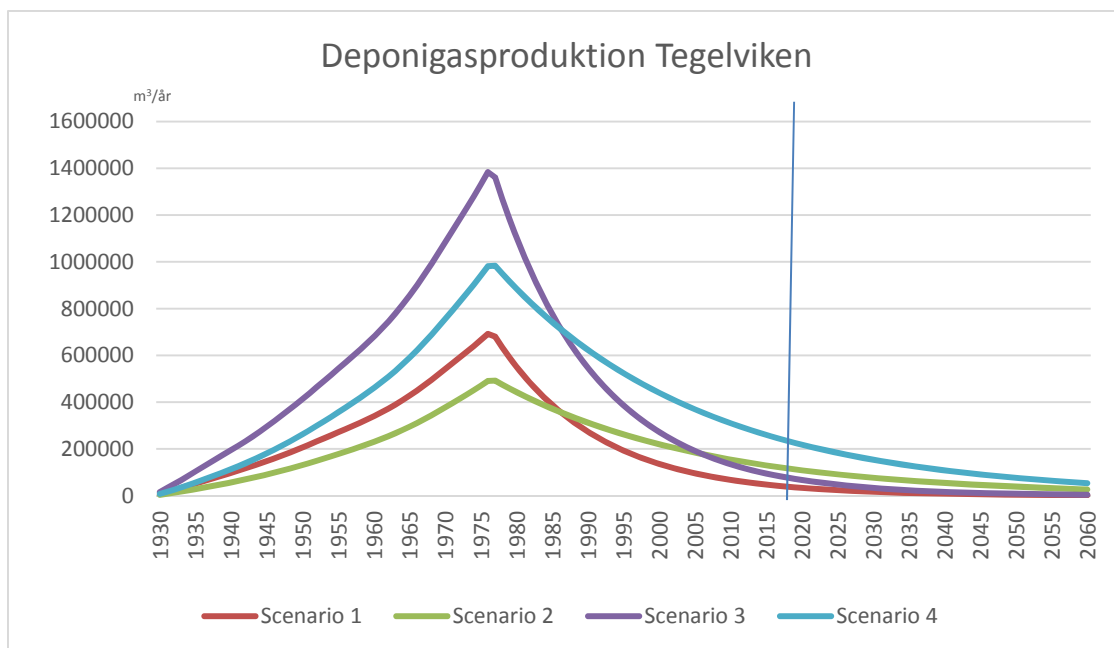
Gällande nedbrytningshastigheten kan konstateras att avfallsskiktet i den aktuella deponin är relativt tunt och spritt över ett större område. Det gör att avfallet utsätts för mer nederbörd vilket är positivt för nedbrytningsförloppet. Samma egenskap gör även att temperaturen inte kan hållas uppe i deponin vilket är negativt för nedbrytningen. Andra egenskaper som talar emot en snabb nedbrytning är att stora delar av avfallet ligger under vatten samt att förbränningen orsakat aska med ett högre pH-värde vilket kan hämma mikroorganismernas tillväxt. Halveringstiden antas ligga mellan 10-20 år (k 0,07 till 0,035) vilket har använts vid beräkningarna.

4.4 RESULTAT FRÅN MODELLERING

Då samtliga modellparametrar baseras på antaganden ska de framräknade siffrorna användas mycket försiktigt. Utvärderingen ska istället baseras på förhållandet mellan de olika scenarierna i figur 1 och hur långt nedbrytningen kan antas ha kommit.

Graferna i figur 1 nedan visar resultaten från modelleringarna. Gasproduktionen har fortsatt att öka i takt med att avfall tippats i utfyllnadsområdet från 1930 fram till 1977. Då avfall inte längre tillförts deponin avtar gasproduktionen vilket sker enligt ett logaritmiskt mönster som varierar till följd av olika antaganden för nedbrytningshastigheten.

Modelleringen visar tydligt att gasproduktionen nådde sitt toppvärde kring mitten av 1970-talet och att den i dagsläget är i ett slutskede där gas beräknas fortsätta att produceras under mycket lång tid. En modellering visar inte den faktiska gasproduktionen men man kan anta att verkliga volymer genererad gas ligger i en storleksordning mellan de olika scenarierna och det kan därmed antas att gas kommer att produceras i en begränsad mängd under lång tid.



Figur 1. Resultat från modellering av olika scenarier av metanproduktion vid utfyllnadsområdet Tegelviken.

Resultatet från modellen visar att den aktuella gasproduktionen ligger kring 100 000 m³/år eller 11 m³/h. Av denna gas kan ca 40 – 50 procent antas vara metan och resten koldioxid. Möjligheterna att utnyttja deponigas för energiproduktion eller förbränning i fackla upphör då den insamlade metangasen understiger ca 20 m³/h. Den modellerade mängden deponigas är beräknad för avfallet som är fördelat över det mycket stora området. Att samla in denna gas för energiutvinning är inte realistiskt då det inte är tekniskt möjligt att samla in en tillräcklig mängd gas från den vidsträckta deponin.

Det har visat sig att det råder stor osäkerhet kring deponerade avfallsmängder till följd av bristfällig dokumentation. Om den tillförda mängden hushållsavfall skulle varit dubbelt så stor skulle även gasproduktionen i dagsläget varit ungefär dubbelt så stor. Det skulle dock inte påverka slutsatserna i någon större utsträckning, eftersom det skulle krävas en insamlingsgrad på nära 100 procent för att nyttja gasen effektivt, vilket inte är möjligt på grund avfallens grunda mäktighet och det utsträckta området. Erfarenheter visar att en realistisk insamlingsgrad är ca 50-75 procent från avfall i upplag där förutsättningarna att samla in gasen är mycket goda.

Avfall som isoleras från nedträngande vatten genom att det överlagras av täta jordmassor eller då markytan hårdgörs genom till exempel asfaltering resulterar i en långsammare nedbrytning och därmed lägre gasproduktion. Då avfallet åter fuktas kommer gasproduktionen att öka. Områdets utformning med en stor andel öppna ytor gör att avfallet sannolikt brutits ner relativt homogent och att andelen avfall med en högre gaspotential därför sannolikt är relativt liten.

5 RISKER KOPPLADE TILL DEPONIGAS

Det finns en risk för explosion då metan blandar sig med syre i luften och det under vissa förhållanden uppstår en explosiv gasblandning. Metan som ansamlas i slutna rum som t ex byggnader eller andra installationer kan utgöra en mycket stor risk för explosion då metankoncentrationerna kan hamna i ett område där den energimängd som behövs för antändning kan vara mycket liten.

Det krävs en mycket liten energimängd för att antända gasen, t.ex. statisk elektricitet från människor. Deponigas som ansamlas i slutna utrymmen utgör därmed en stor risk att utgöra en fara för antändning och även vid undanträngning av luft en kvävningsrisk för människor.

Undanträngning av syre kan leda till risker och i samband med arbete i nedstigningsbrunnar kan risker uppstå. Gas från äldre nedlagda deponier innehåller sällan lika mycket spårämnen som deponigas från färskare avfall, men kan ändå innehålla svavelväte som är en giftig gas och därför utgör en risk. Deponigas kan även innehålla en rad ämnen med cancerogena egenskaper.

Gasen migrerar på en rad olika sätt som beskrivs nedan och kan påträffas även på stora avstånd från avfallet där gasen har genererats.

Sannolikheten för att gas som genererats i avfall ska ansamlas i icke ventilerade utrymmen i närheten till deponier är inte försumbar. Konsekvenserna av explosioner till följd av gasansamlingar kan vara mycket stora, t.ex. stora materiella skador och dödsfall.

Risk uppstår när det finns en källa, en spridningsväg och ett riskobjekt. Den konceptuella modellen inom Tegelviken bygger på en källa till deponigas i form av nedbrytning i deponerat organiskt material, spridningsvägar som är antingen genom jordens porvolym eller tekniska installationer som t ex ledningar och kulvertar samt riskobjekt som består av små slutna utrymmen där gas kan ansamlas. Nedan beskrivs de spridningsvägar och riskobjekt som ligger till grund för en bedömning kring riskerna med deponigas i anslutning till området.

5.1 SPRIDNINGSVÄGAR

Deponigasernas rörelser följer tryckskillnader i marken och transporteras i den riktning dit trycket är lägst, vilket inte nödvändigtvis behöver vara uppåt i markprofilen. Det har i många mätningar visat sig att deponigas ofta transporteras horisontellt på grund av att avfallet har deponerats i skikt, så kallade pallar, vilket kan underlätta för gasen att röra sig horisontellt snarare än att röra sig vertikalt genom skikten. Tomrum som rörledningar eller porvolymen i grövre jordarter som sand och grus är exempel på spridningsvägar för deponigas där transporten kan ske snabbt och över långa sträckor. Tryckförändringar, som t ex svängningar i atmosfärstryck kan öka spridningshastigheten i porösa jordarter och undertryck till följd av sugande ventilation i byggnader kan påskynda spridning utmed rörledningar.

Hur den bildade deponigasen sprids inom Tegelviken är inte möjligt att bedöma i detalj. Fråntaget de två deponikullarna i väster och öster är avfallets mäktighet sannolikt relativt liten i förhållande till vad som är normalt för deponier. Inom Tegelviken har avfallet använts som utfyllnad snarare än att det har deponerats i pallar på konventionell väg. På djupet begränsas spridning av gas av grundvattenytan som ligger på upp till ca 3-4 meter under markytan inom området. Till följd av avfallets relativt grunda mäktighet i förhållande till deponins utbredning kan man anta att mycket av gasen sprids genom avfallet till markytan där det ventileras till atmosfären. Horisontell spridning i avfallet bör därför vara relativt liten.

Det finns dock ett flertal ledningar med tillhörande ledningsgravar som korsar området vilka effektivt kan leda deponigasen till områden där gas inte förväntas förekomma, se sammanställning i kapitel 6. Framförallt självfallsledningar av betong är känsliga för sättningar som kan orsaka glapp mellan rördelar där gas kan tränga in. Från ledningar och ledningsgravar kan gas röra sig in i brunnar utefter ledningar och gas kan även strömma in i byggnader t ex genom otäta genomföringar eller uttorkade vattenlås.

5.2 RISKOBJEKT

Det metangasens explosiva egenskap som beaktas och inte de miljömässiga aspekterna. Alla utrymmen där deponigas kan ansamlas anses i denna rapport utgöra riskobjekt, eftersom de kan medföra risk för människors hälsa och säkerhet.

Det kan röra sig om enskilda rum inuti byggnader t ex en städskrubb eller toalett där t ex ett uttorkat vattenlås kan medföra att gas strömmar in och ansamlas till explosiva nivåer. En olycka kan t ex ske genom gnistbildning då en strömbrytare slås till och antänder gasblandningen. Andra typer av riskobjekt kan vara elcentraler eller kopplingskåp i byggnader där kabelgenomföringar genom grunden kan ge möjlighet för gas att spridas in i byggnaden och där en gnistbildning kan ske.

Utanför byggnader kan t ex kabeldon, elcentraler och nedstigningsbrunnar utgöra riskobjekt. Kort sagt, alla utrymmen som har kontaktväg med det organiska avfallet och är täta nog för att gas kan ansamlas ska betraktas som riskobjekt.

På och i närheten av utfyllnadsområdet vid Tegelviken har flertalet byggnader uppförts, reningsverk, klubbhus för idrottsförening och återvinningsanläggning. Det finns också ett flertal installationer i form av kabeldon och större kopplingskåp som också anses skyddsvärda med en risk att gas kan ansamlas. Inom denna utredning har inte en ytterligare inventering gjorts av utrymmen i och kring befintliga byggnader då fokus ligger på kommande verksamhet.

5.3 SAMMANVÄGD KONCEPTUELL RISKBEDÖMNING

Avfall som innehåller organiska fraktioner påträffades under markprovtagning (Kemakta 2014, Vectura 2012a) inom olika delar av Tegelviksområdet och det har visat sig att det inte går att tydligt avgränsa något område som skulle innehålla en tydligt större eller mindre mängd organiskt avfall. De organiska fraktionerna framgår antingen som rent hushållsavfall, eller som jordar vilka blivit svartfärgade av svavelväte i samband med nedbrytning av organiskt material.

Mätningar av porgas nära markytan har genomförts vid åtminstone tre tillfällen (Kemakta 2014 Vectura 2012b) och vissa, till synes slumpmässigt utvalda prov, visar på förhöjda nivåer av metan medan de allra flesta visar att det inte förekommer metanbildning utan att det rör sig om väl syresatta fyllnadsmassor.

De prover som visar höga halter metan (> 40 procent) har tagits i områden där den historiska inventeringen visade på gammalt avfall deponerat fram till 1950-talet (Kemakta 2014). Med tanke på avfallets ålder så är det område inte ett område där man förväntar sig höga metanhalter, vilket understryker den komplexitet som råder inom Tegelviksområdet.

Modellering som utförts inom ramen för detta uppdrag visar att gasproduktionen nådde en topp vid mitten av 1970-talet och att det fortfarande pågår en produktion av deponigas i avfallet.

Även om gasproduktionen har passerat sitt toppvärde för cirka 40 år sedan och befinner sig i ett slutskede sker fortfarande en tillräcklig produktion för att det inte ska kunna uteslutas att koncentrationer av metan i slutna utrymmen kan nå explosiva nivåer. Det faktum att byggnader är anlagda direkt ovanpå avfallet samt att det finns ledningar som

korsar området och ansluter till byggnader gör att spridningsvägarna från gasproduktionen i fyllnadsmassorna till möjliga slutna utrymmen i byggnader inte kan uteslutas.

Inom utfyllnadsområdet finns en gasproduktion, möjliga spridningsvägar och objekt som kan innebära risker. Sannolikheten att olyckor skulle hända är relativt liten baserat på statistik från svenska deponier men går för den skull inte att avskriva. Konsekvensen av en olycka kan bli stor och det går det inte att bortse från en risk med deponigasproduktion inom Tegelviksområdet.

För nyanläggande av byggnader inom området bör i möjligaste mån både källa, spridningsväg elimineras och riskobjekt bör säkras för inträngning av deponigas i slutna utrymmen. Förslag till sådana åtgärder ges i kapitel 7

5.4 OSÄKERHETER

Det finns ett antal osäkerheter i denna utredning. Den kanske mest grundläggande är avsaknaden av en djupgående utredning av det avfall som har tillförts Tegelviken och hur olika avfallsfraktioner har fördelats över området. Sådan statistik kan förändra indata till modellering och därmed utfallet. Bättre kunskap om avfallets fördelning skulle även medföra möjligheter att göra en mer detaljerad riskbedömning, istället för den övergripande analys som presenteras i denna utredning. Någon detaljerad statistik på avfall som tillförts Tegelviken har dock inte framkommit från kommunens arkiv annat än det som presenteras i denna rapport. Även om vissa bitar avseende avfallsstatistik skulle kunna kompletteras så är det tveksamt om det är möjligt att skapa en tillräckligt komplett bild för att kunna påverka riskbedömningen i så stor utsträckning att det skulle förändra slutsatserna.

6 INVENTERING AV LEDNINGAR

Nedan beskrivs en översiktlig inventering för de olika typer av ledningar som korsar det aktuella området och kort vilka spridningsförutsättningar dessa kan medföra. Inventeringen utfördes april 2018 av Tyréns AB.

Med hänsyn till att vissa ledningar omfattas av sekretess redovisas inte exakta lägen för vissa av ledningarna inom området i denna rapport.

Detta kapitel omfattar befintliga ledningar. Vid projektering av ledningsdragning som kan bli aktuell till följd av detaljplaneändringen bör även hänsyn tas till risker med deponigas och anläggas för att förhindra spridning utmed dessa.

6.1 TELELEDNINGAR

Ledningsritningar från Skanova visar teleledningarna som ansluter till återvinningsanläggningen, idrottsplatsen och reningsverket. Teleledningarna ligger förlagda i PV50 plaströr. Dessa rör är att betrakta som täta i sig, men har otäta skarvar och kan även ha kopplingsboxar under jord som är otäta. Teleledningarna ansluter till telenätet vid bostadsområdet Johannesborg.

6.2 VA-LEDNINGAR

Inom reningsverket finns naturligtvis en mycket stor mängd ledningar i marken, både självfallsledningar och tryckledningar, både av plast och betong. Inom denna utredning är det inte möjligt att utreda dessa ledningar ytterligare än att konstatera att de finns.

Strömmar deponigas in i självfallsledningar kan den komma in i byggnader genom eventuellt uttorkade vattenlås eller andra otätheter, samt utgöra en fara för personer som ska utföra arbeten i nedstigningsbrunnar.

6.3 EL- OCH ENERGILEDNINGAR

Verksamhetsinterna ledningar som finns inom verksamheterna på området har inte inventerats i denna översiktliga utredning, utan endast de gemensamma ledningar som ägs av Kalmar Energi.

Breda ledningsstråk för el och biogas ansluter reningsverket med samhället. Dessa elledningar kan mycket väl ligga förlagda utan rör direkt i marken och biogasledning är naturligtvis tät och därför kan dessa ledningar i sig inte fungera som spridningsväg för deponigas. Dock kan grus i ledningsgravarnas kringfyllnad leda gas då detta material ofta är mer genomsläppligt än omkringliggande massor.

Det finns ett antal lågspänningsledningar inom området, det är inte klarlagt vilka som ligger förlagda i kabelrör och vilka som ligger direkt i mark inom denna översiktliga utredning. Men det är sannolikt att det finns rörförlagda kablar inom området vilka då kan ha otäta skarvar.

7 FÖRSLAG TILL RISKMINIMERANDE ÅTGÄRDER

Även om avfallet inom det markområde som kan komma att exploateras vid Tegelviken skulle schaktas ur skulle riskerna för spridning från omgivande områden inte kunna undvikas på grund av att gas kan spridas långt längs med spridningsvägar från kringliggande områden. Vid de förslag till åtgärder som ges i detta kapitel är därför utgångspunkten att organiskt avfall med gasbildande potential inte kan schaktas ur, utan fokus ligger på att hindra en spridning från avfallet till slutna utrymmen där risker uppstår. Det vill säga att åtgärderna syftar till att påverka spridningsvägar och riskobjekt snarare än källan.

7.1 BEFINTLIGA ANLÄGGNINGAR

Befintligt ledningssystem behöver inventeras i detalj för att klargöra vilka ledningar som kan verka som spridningsvägar för gas och om de ansluter till byggnader eller installationer där gas kan ansamlas. De ledningar som kan utgöra spridningsvägar behöver anpassas så de ventileras före anslutning till byggnader. Det kan göras genom att skyddsror kapas och kabelgenomföringar tätas noggrant eller att de sker ovan markytan. Självfallsledningar kan förses med vertikala ventilationsrör, gärna med vinddriven sugande ventilation.

Även byggnader bör inventeras i syfte att identifiera riskobjekt i form av tillslutna utrymmen där gas kan ansamlas oavsiktligt. Påträffas sådana utrymmen bör de öppnas upp, ventileras eller förses med gasvarnare.

7.2 NYA ANLÄGGNINGAR

Vid projektering av nya byggnader och ny infrastruktur bör både spridningsvägar och riskobjekt beaktas. För att hindra spridning av gas in till byggnader bör dessa projekteras täta för gas samt har möjlighet för gas att nå atmosfären istället för att bygga upp tryck mot byggnaden. Dessutom bör alla genomföringar för kablar och ledningar vara tätade eller ventilerade.

För att minska riskerna vid riskobjekt bör inga utrymmen projekteras där gas kan ansamlas. Mindre utrymmen ska vara mycket väl ventilerade där anslutningar av ledningar eller annan kontakt med omgivande mark finns.

Nya självfallsledningar i mark bör ventileras före anslutning till byggnader.

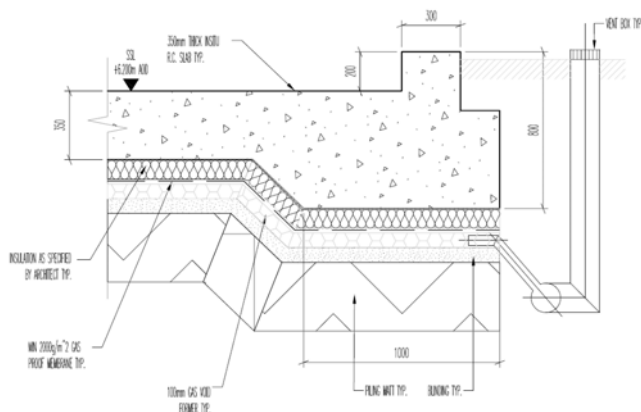
Gemensamt för nya och befintliga verksamheter är att deponigas som produceras i avfallet bör ges möjlighet att söka sig genom avskärande dräneringsstråk till metanoxiderande filter i markytan där metan kan omvandlas till koldioxid före utsläpp till atmosfären.

7.2.1 GASTEKNISKT FUNKTIONSDUGLIG GRUNDLÄGGNING

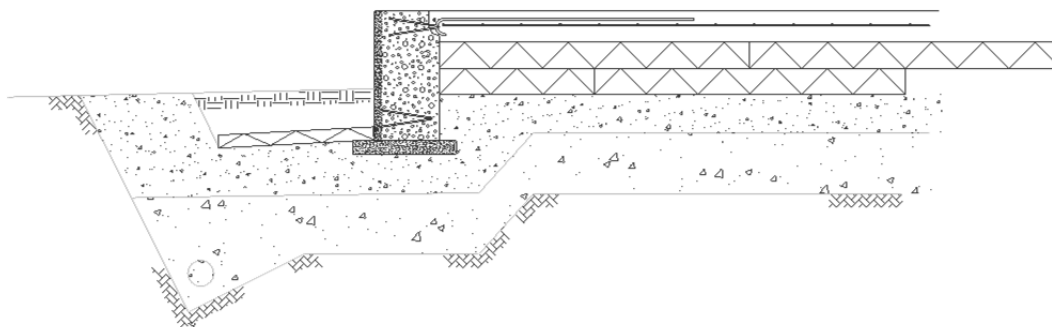
Även om deponimassorna under den planerade byggnaden tas bort eller stabiliseras finns det fortfarande en viss risk att deponigas från omkringliggande massor rör sig in mot byggnaden. Det finns två sätt att hindra gasen från att komma in i byggnaden, den kan ventileras bort eller hindras genom täta material. Ofta kan en kombination av dessa metoder vara en bra lösning.

Ventilerad grundläggning

Syftet med denna lösning är att gasen ska ventileras bort från byggnaden. Det finns flera sätt att göra detta och figur 2 och 3 nedan visar en metod med ett syntetiskt dräneringsnät respektive en lösning med ett modifierat kapillärbrytande skikt.



Figur 2. Konceptuell skiss över en lösning med ett konstgjort dräneringsnät strax under det isolerande skiktet.



Figur 3. Konceptuell skiss över hur ett kapillärbrytande skikt kan modifieras för att avleda eventuell gas.

Det kapillärbrytande skiktet anläggs mäktigare än vid normal grundläggning och i två skikt om vardera 200 mm för att kunna ventileras bort eventuell gas. Det undre skiktet bör utgöras av en grov makadam, förslagsvis 16-32 mm, och det övre skiktet av finare, förslagsvis 8-16 mm. Alternativt kompletteras med dräneringsrör.

Det är viktigt att det övre skiktet mynnar i markytan på minst två sidor om byggnaden, gärna alla fyra för att eventuell gas ska kunna söka sig ut till atmosfären. Gasen kan även ventileras ut genom en kanal som visas i figur 2. Om möjligt är det första alternativet att föredra då det ges möjlighet till viss metanoxidation i lagren närmast markytan.

De ledningar som går in till byggnader kommer att passera genom detta makadamskikt och luftas därigenom. Dock är det viktigt att alla genomföringar genom plattan in i byggnaden

tätas med en elastisk fogmassa för att undvika inträngande gas. Det bör ingå i kontrollansvariges kontrollplan att besiktiga alla genomföringar in i byggnaderna.

Tät grundläggning

Genom att anlägga byggnaden med en tät grundläggning tvingas gasen söka en annan väg för att nå atmosfären. Om principen med tät grundläggning används i kombination med pålning vilket visas i figur 4 nedan är det viktigt att jorden under det tätande skiktet kan ventileras. Vid sättningar skapas annars ett tomrum där gas kan ansamlas.



Figur 4. Tät grundläggning i kombination med pålning.

Principer kring tät grundläggning används frekvent vid grundläggning inom områden med förhöjda halter av radon och dessa principer kan användas även vid grundläggning i samband med deponier. Dock finns en skillnad i att deponigasen kan generera övertryck och därmed ha en större möjlighet att ta sig in i byggnader än vanlig porluft vilket ska beaktas vid projekteringsarbetet.

8 SLUTSATSER

Inom området Tegelviken sydväst om Kalmar har avfall deponerats under en period om ca 50 och upphörde under 1980-talet. Avfallet som innehåller både hushålls-, industri- och rivningsavfall har nyttjats som fyllnadsmassor och deponerats över ett utbrett område.

Teoretisk modellering visar att gasproduktionen nådde ett maximum i samband med att deponeringsverksamheten uppförde och har klingat av sedan dess. Det bör dock fortfarande finnas en gasproduktion i avfallet som kan fortgå under många decennier framöver. Praktiska mätningar inom tidigare utredningar visar i huvudsak på mycket låga koncentrationer av metan i marken, men att det även finns områden med höga halter.

Efter att deponeringen upphörde på 1980-talet har flera byggnader anlagts ovanpå eller i anslutning till det deponerade avfallet. Om metangas från avfallet finner en väg in i byggnaderna och ansamlas i oventilerade utrymmen kan metangasen nå nivåer där gasblandningen blir explosiv och det uppstår en risk för olycka. Det finns även ledningar som korsar området vilka kan fungera som spridningsvägar för den metangas som bildas och leda denna i riktning mot byggnader och installationer.

För att minimera de risker som kan uppstå efter produktion, spridning och ansamling av metangas bör följande åtgärder genomföras

- Befintliga byggnader bör inventeras i syfte att identifiera möjliga utrymmen där metangas kan ansamlas.
- Utrymmen som kan utgöra risk bör ändras så att gas inte längre kan ansamlas alternativt förses med gasvarnare.
- Befintlig ledningsdragnings bör inventeras i syfte att identifiera möjliga spridningsvägar mellan deponerat avfall och byggnader.
- Ledningar och ledningsgravar som kan fungera som spridningsvägar bör ändras på ett sätt som möjliggör för deponigas att på bästa sätt söka sig till atmosfären snarare än mot byggnader.
- Ledningars genomföringar in i byggnader under mark bör tätas.
- Nya byggnader ska anläggas med gastät konstruktion.

9 REFERENSER

- Kemakta 2014, Undersökning och utredning - Tegelviksdeponin Kalmar kommun
Profu 2009, Framtidens avfallshantering, seminarium med Johan Sundberg 2009-09-02
Vectura 2012a, Förstudie vid Tegelviksdeponin, Södra utmarken - Lilla delen omfattande fotbollsplaner och klubbhus
Vectura 2012b, Tegelviksdeponin, Kalmar. Geoteknisk undersökning

Diverse odaterat kopierat material från kommunens arkiv