

Projekt  
Biogasledning Käppala-Charlottendal

Projektnr  
101972

Handläggare  
Rosie Kvål

Datum  
2007-11-28  
rev 2008-12-18

Internkontroll  
LÅn

Datum  
2007-11-23

---

## Riskutredning för biogasledning Käppala-Charlottendal

### 1. Inledning

Den här riskutredningen görs på uppdrag av AB SL. Kontaktperson har varit Göran Gellerstam. Utredningen görs med anledning av en planerad biogasledning som ska dras från Käppala reningsverk på Lidingö till SLs planerade bussdepå inklusive tankstation i Charlottendal på Värmdö.

Syftet med riskutredningen är att översiktligt beskriva och utvärdera eventuella risker förknippade med biogas i ledning.

Riskutredningen behandlar enbart själva ledningen för biogas. Tankstation, back-up lager eller andra tekniska anordningar i anslutning till ledningen tas inte med i utredningen. En kortfattad beskrivning görs dock av start- (Käppalaverket) och målpunkt (Charlottendal) för biogasledningen.

### 2. Gränssnitt

Denna utredning omfattar transport av gas i ledning från leveranspunkt vid Käppalaverket på Lidingö fram till tankstationen vid Charlottendal på Värmdö. Den exakta leveranspunkten är ännu inte bestämd.

Samordning av riskfrågorna mellan SL och Käppalaförbundet har skett under framtagandet av riskutredningen. Analys av risker fram till leveranspunkt vid Käppalaverket på Lidingö utförs av WSP Brand- och riskteknik.

### 3. Lagstiftning och riktlinjer

Det finns flertalet lagar och föreskrifter som reglerar hantering av rörledningar med brandfarliga- och explosiva gaser som exempelvis biogas. För den aktuella typen av transportörledning gäller Gasföreningens Energigasnorm (EGN07). Energigasnormen omfattar annan lagstiftning som

[www.brandskyddslaget.se](http://www.brandskyddslaget.se)

berör verksamheten. Det innebär att övrig lagstiftning (t.ex. AFS 2005:2 och SÄIFS 2000:4) anses uppfylld om Energigasnormen är uppfylld.

## **4. Kort beskrivning av projektet**

### **4.1 Inledning**

SL har i avtal med Käppalaförbundet en överenskommelse om att omhänderta 6,7 miljoner Nm<sup>3</sup> biogas (beräknad mängd år 2009) från Käppalaverket på Lidingö. Biogasen avses att transporteras i ledning från Käppalaverket via Nacka till Charlottendal på Värmdö där en ny bussdepå planeras.

### **4.2 Käppalaverket (produktion)**

Rötgas erhålls idag vid anläggningen som en restprodukt från rening av avloppsvatten. Idag används gasen huvudsakligen som bränsle vid produktion av värme. Den planerade förändringen innebär att rötgasen ska användas till produktion av biogas. Framställningen av biogas sker i en uppgraderingsanläggning där rötgasen renas. Ett starkt doftämne kommer att tillsättas för att göra det lättare att upptäcka eventuella läckage.

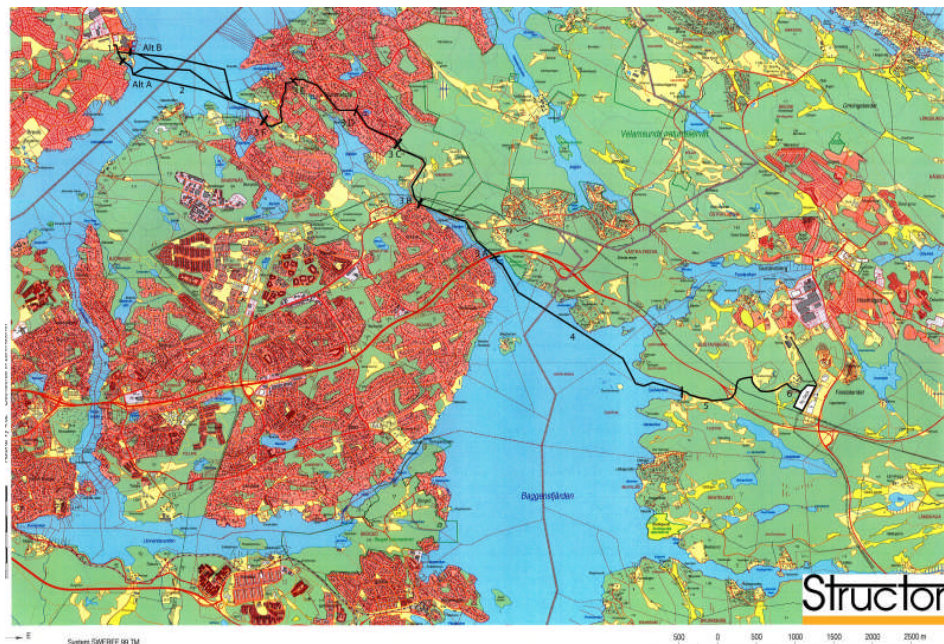
Leverans av biogasen sker i helsvetsade ledningar till den överenskomna leveranspunkten.

### **4.3 Ledningsdragning (transport)**

Biogasledningens sträckning kommer att gå dels i vatten i Höggarnsfjärden och Baggensfjärden, dels i mark genom Nacka och Värmdö kommun (se figur 1). Ledningen kommer att följa samma sträckning som den tryckavloppsledning som Värmdö och Nacka kommuner skall lägga ned. Hela projektet omfattar en totalt 12,8 km lång överföringsledning.

Ledningssträckan delas in i sex delsträckor varav två är förlagda i vatten och fyra på land:

1. Leveranspunkt vid Käppalaverket ned till vattnet
2. Vattnet nedanför Käppala – Lövbergaviken/Nacka, sjöledning
3. Lövbergaviken – motorvägsbron/Fiskartorpet (uppdelat på 6 delsträckor, a-f), landleddning
4. Motorvägsbron/Fiskartorpet – Tjustviken/Värmdö, sjöledning
5. Tjustviksviken – Tjustvikens reningsverk, landleddning
6. Tjustvikens reningsverk – Charlottendal, landleddning



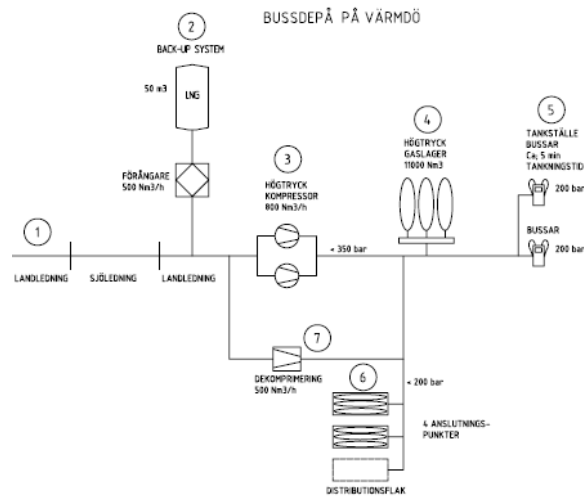
Figur 1. Översiktsbild över planerad ledningsdragnig.

Sjöledningarna läggs direkt på botten vid djup större än 2,5 meter. Vid mindre djup täcks ledningen över. Sjöledningar läggs dubbelt för att bland annat säkerställa gasförsörjning om en ledning blir obrukbar. Vid landföringslägena schaktas ledningen ner och täcks över. Vid respektive landföring byggs ventilkammare där övergång mellan dubbla sjöledningar och enkel landleddning görs.

På land förläggs ledningen i rörgrav. Ledningen kommer att vara helsvetsad. Trycket i ledningen kommer att vara mellan 3 och 4 bar. Ledningarna dimensioneras för ett arbetstryck på maximalt 4 bar. Diametern på ledningen är 150 mm.

#### 4.4 Tankstation Charlottendal (förbrukning)

Den planerade bussdepån kommer att omfatta cirka 100-120 bussar. Biogasen kommer i ledning in till depån där arbetstrycket i gasen höjs till maximalt 350 bar innan den lagras i ett högtryckslager. Från lagret går gasen till dispenser för tankning av gas i bussar. I systemet ingår även ett back-up lager med flytande naturgas med tillhörande förångare (se figur 2).



Figur 2. Skiss över systemet för biogas vid Charlottendal.

## 5. Planerade säkerhetsåtgärder

Under drift kommer tryckmätning att ske vid Käppalaverket och vid depån i Charlottendal för att säkerställa att trycket ligger mellan 3 och 4 bar. Tryckmätare kommer även att finnas i samtliga ventilkammare.

Alla ledningar utförs med självverkande snabbavstängningsventiler, placerade vid Käppalaverket, vid depån och i ventilkamrarna. Ventilerna är fjäderbelastade vilket innebär att de inte är beroende av strömtillförsel. När trycket ändras stängs ventilerna automatiskt. Reglering av gas vid eventuellt övertryck sker vid Käppalaverket.

I ventilkamrarna kommer även ventiler för inkoppling av mobilt avfacklingsaggregat att finnas. Det innebär en möjlighet att fackla av (elda upp) gas i ledningarna vid exempelvis behov av reparation och underhåll.

Skyddsavstånd till byggnader är minst 2 meter från ledningen och ventilkamrar.

Underhåll kommer att utföras enligt Energigasnormen.

Ledningen projekteras och byggs enligt Energigasnormen vilket bland annat innebär att:

- ledningen provtrycks innan användning
- ledningen läggs minst 0,3 meter från tryckavloppsledningen där dessa placeras i samma ledningsgrav.
- Markförlagd ledning märks ut med ett markeringsband med syfte att varna för ledningen vid grävaktivitet i ledningens närhet

## 6. Biogasens egenskaper

Energivärdet i biogas är högt och beror uteslutande på andelen metan. Biogas som ska användas som fordonsbränsle har ofta en metanhalt på ca 98%.

Gasen är mycket flyktig och späds snabbt ut i luft.

Biogas klassas som en brännbar gas vilket innebär att den kan antändas i samband med ett utsläpp. Redan vid  $-188^{\circ}\text{C}$  avger biogas tillräckligt med brännbar gas så att en antändning är möjlig. För att gasen ska antändas krävs yttre tändkällor (t.ex. en brinnande tändsticka, mobiltelefon som ringer) eller uppvärmning till minst  $+540^{\circ}\text{C}$ . För att biogasen ska kunna antändas måste den först spädas ut med luft. En explosiv gas/luft-blandning består av 5-15% biogas. Det innebär att koncentrationen av gas utblandad med luft måste vara minst 5% och som mest 15% av den totala volymen. Vid koncentrationer över eller under dessa värden uppnås ingen explosiv blandning, vilket innebär att explosion inte är möjlig.

## 7. Identifiering av möjliga olycksscenarier

Utifrån biogasens egenskaper samt utförande av planerad ledning har ett antal olycksscenarier identifierats som kan innebära konsekvenser för människor och miljö i närheten av olyckshändelsen. Samtliga scenarier innebär att biogas på något sätt läcker ut från ledningen. Orsak till läckage kan vara:

- **ledningsbrott till följd av:**
  - korrosion eller annan materialpåverkan
  - nödankring sliter sönder ledning
  - grävaktivitet skadar ledningen
  - sabotage
- **läckage genom ventiler till följd av:**
  - övertryck i systemet
  - läckande ventiler
- **läckage till följd av felkoppling vid inkoppling av avfacklingsaggregat**

Läckage av biogas kan ske:

1. **i vatten, ingen antändning**
  - a. påverkan på vattenmiljön (beskrivs ej vidare)

Ingen hänsyn har tagits till konsekvenser för miljön, dessa bedöms sammantaget vara mycket små.

2. **i vatten, gasen antänds vid ytan**
  - a. jetflamma (eldfackla)
  - b. fördröjd gasmolnsexplosion
3. **i det fria, ingen antändning**
  - a. andnöd/kvävning
4. **i det fria, antändning i form av**
  - a. jetflamma (eldfackla)
  - b. fördröjd gasmolnsexplosion
    - i. i det fria
    - ii. inneslutet
5. **i slutet utrymme, antändning i form av fördröjd gasmolnsexplosion**

För att ett större läckage ska kunna inträffa krävs i princip att självavstängningsventilerna inte fungerar.

Samförläggning med en tryckavloppsledning bedöms inte innebära andra risker än att antalet grävarbeten möjligen blir fler och därmed ökar risken för avgrävning av ledningen.

## 8. Uppskattning av riskernas omfattning

### 8.1. Scenario 1. Läckage i vatten, ingen antändning

Biogasen läcker ut i vattnet och kommer upp till ytan. Trycket vid ytan är något lägre än vid utsläppspunkten till följd av motståndet i vattenmassan. Vid ytan sker ingen antändning. Gasen stiger snabbt uppåt i luften och späds ut.

Inga skador på människor bedöms uppkomma till följd av detta scenario.

### 8.2. Scenario 2. Läckage i vatten, gasen antänds vid ytan

Utläckt gas kan antändas genom att exempelvis en båt passerar genom den gas som kommer upp till ytan. Eftersom gasen snabbt späds ut bedöms sannolikheten som liten för att antändning vid läckage i vatten ska ske. Mängden gas som läcker ut är också begränsad då säkerhetsventilerna stoppar flödet samt att gasledningens diameter är relativt liten.

Om antändning sker kan det leda till två olika händelseförlopp.

- *Jetflamma*

Den utströmmande gasen antänds direkt vid vattenytan. Gasen sprutar till följd av trycket rakt ut och vid antändning uppkommer en brinnande fackla, en s.k. jetflamma. Om inte säkerhetsventilerna fungerar så att gasflödet stryps kan en jetflamma nå långt och i värsta



fall antända båtar eller skada människor som vistas i direkt närhet. Ju längre varaktighet av gasutsläpp desto större är sannolikheten för att antändning ska ske.

Störst konsekvenser uppstår om ett större fartyg passerar genom gasen och därmed antänds. I princip bedöms enbart den båt som passerar genom gasen och antänder denna kunna antändas och därmed leda till att människor skadas.

- *Fördröjd gasmolnsexplosion*

Händelsen innebär att gasen inte antänds direkt vid vattenytan utan ett gasmoln bildas som senare antänds. Eftersom biogas är mycket flyktig bedöms en icke brännbar koncentration av gasen snabbt uppkomma. Antändning måste i princip ske direkt efter det att molnet har uppkommit. Om antändning sker, exempelvis genom att en båt passerar genom gasmolnet, börjar hela gasmolnet brinna. Det brinner snabbt upp. Människor som hamnar inom det brinnande molnet kan förväntas skadas.

### **8.3. Scenario 3. Läckage i det fria, ingen antändning**

För att utläckt gas ska upptäckas tidigt tillsätts luktämnen som är starkt illaluktande. Om läckage sker i luft späds gasen snabbt ut och fördelar sig i atmosfären där den bryts ner.

Biogasens toxicitet är låg och gasen är inte giftig i sig. Vid inandning av större mängder kan dock gasen absorberas i kroppen och kan orsaka yrsel, dåsigheit och huvudvärk. Om läckage sker i ett slutet utrymme kan gasen tränga undan syret och i värsta fall orsaka kvävning. Detta bedöms enbart kunna inträffa i djupa och relativt slutna ledningsgravar.

### **8.4. Scenario 4. Läckage i det fria, antändning**

Utläckt gas i det fria kan antändas genom exempelvis gnistbildning som uppkommer vid grävaktivitet i ledningens närhet. Gasen kan antändas direkt vid utströmningshålet (jetflamma) eller efter ett tag då ett gasmoln bildats fritt från utströmningshålet. Om ledningen punkteras vid grävarbeten är det sannolikt att gasen antänds direkt vid punkteringen.

- *Jetflamma*

Samma scenario som vid läckage i vatten. Antändning kan ske till följd av gnista vid grävaktivitet vid ledningen.

- *Fördröjd gasmolnsexplosion*

Om exempelvis en bil passerar genom gasmolnet, direkt efter att det har bildats, kan det antändas. Människor i direkt närhet av molnet kan skadas och byggnader i närheten antändas.

Om läckage och antändning i stället sker i ett slutet utrymme, exempelvis ett djupt grävschakt kan gasmolnet pga. snabb förbränning explodera och en tryckvåg sprida sig ut från olycksstället. Storleken på trycket som uppkommer beror på flera faktorer, bland annat mängden gas, topografi, väder och vind. Bedömningen är att även här är det främst människor och byggnader i direkt närhet av olyckan som påverkas.

## **8.5. Scenario 5. Läckage i slutet utrymme, antändning.**

Ett läckage kan exempelvis ske till följd av att inkopplingen av ett manuellt avfacklingsaggregat inte görs korrekt. Antänds gasen kan gasen expandera så snabbt att en explosion uppkommer. Eftersom aggregatet kopplas in i ventilkamrarna som är förlagda under mark bedöms inte omgivningen påverkas i någon större omfattning av det uppkomna trycket. Människor i direkt anslutning till olyckan kan dock skadas vid en olycka.

## **9. Översiktlig värdering av risken**

### **9.1. Sannolikhet för olycka**

Sannolikheten för att ledningen med biogas överhuvudtaget ska punkteras, eller läckage ske genom ventiler, är mycket liten, särskilt i vatten. Om läckage ändå sker bedöms det med störst sannolikhet ske genom säkerhetsventiler vid övertryck i ledningen eller vid grävarbeten.

Till följd av gasens flyktighet bedöms sannolikheten för att ett gasmoln ska bildas vara mycket liten.

### **9.2. Konsekvenser av en olycka**

Störst konsekvenser bedöms uppkomma om en större båt antänds eller om ett gasmoln antänds i direkt anslutning till bebyggelse. Sannolikheten för dessa händelser är enligt tidigare mycket liten.

## **10. Slutsats**

Sannolikheten för att en olycka med biogas ska inträffa bedöms som mycket liten. Om en olycka ändå sker är det värsta scenariot att utläckt gas antänds/exploserar i anslutning till befintlig bebyggelse alternativt i samband med arbetet i ledningsgrav. I värsta fall bedöms enstaka människor



# BRANDSKYDDSLAGET

kunna skadas och/eller omkomma vid en olycka. Störst risk löper de som arbetar med gräv- och ledningsarbeten i direkt anslutning till ledningen.

Den slutgiltiga bedömningen är att risken för att människor ska skadas eller omkomma till följd av olycka vid biogasledningen är mycket liten. Det är dock viktigt att ha rätt rutiner och erforderliga skyddsanordningar för grävarbeten vid ledningen samt se till att ventiler och andra säkerhetsanordningar placeras minst två meter från bebyggelse och underhålls och de kontrolleras regelbundet.

Om gällande regler och riktlinjer följs anses inget ytterligare säkerhetsavstånd vara nödvändigt mellan tryckavloppsledningen och biogasledningen eller mellan biogasledningen och omgivande bebyggelse.

Följs gällande regler och riktlinjer bedöms biogasledningen inte innebära någon risk för omgivningen.

## 11. Källor

- Allmän information om biogas, [www.biomil.se](http://www.biomil.se), 2007-10-05  
Biogas som drivmedel för bussar i kollektivtrafik, IVL, 2005  
Biogas, [www.gasforeningen.se](http://www.gasforeningen.se), Gasföreningen, 2007-10-05  
Gassäkerhetsanvisningar, Gasföreningen, 2007-01-12  
Miljöskyddsteknik, kompendium i Miljöskydd, del 2, Industriellt miljöskydd  
KTH, 1998  
Naturgas – säkerhetsnivå, Riskanalys, Lund Universitet, 1994  
Produktdatablad Biogas  
Svensk biogas, [www.svenskbiogas.se](http://www.svenskbiogas.se), 2007-10-08  
Tekniskt data stadsgasen, [www.fortum.se](http://www.fortum.se), 2007-11-09