
RAPPORT

GÖTEBORG STAD

Luktutredning Olof Asklunds gata

UPPDRAGSNUMMER 12600913



RAPPORT

2018-01-08

SWECO

CARL THORDSTEIN

Leif Axenhamn

Sammanfattning

Stadsbyggnadskontoret i Göteborg stad planerar bygga upp en delvis ny stadsdel i närområdet till Pågen AB och Kahls kaffe. Det föreslagna detaljsområdet innebär att många nya personer kommer att flytta in till området. Inom planområdet planeras det för byggnader med en höjd upp till 50–60 meter ovan marknivå. En luktutredning har därför genomförts av ÅF vid Pågen AB och Kahls kaffe. Utifrån resultatet från luktprovtagning har spridningsberäkningar utförts på utsläpp av luktande föreningar vid anläggningarna.

Konsultgruppen (ÅF och Sweco) föreslår att luktfrihet inte är en nödvändighet kring anläggningarna trots att nya bostäder skall byggas och många nya personer flyttar in området. Istället föreslås för bageriverksamheten att man i första hand har en målsättning som innebär en högsta omgivningshalt om 1–2 l.e./m³. Vad gäller luktbidraget från kylluften vid Kahls kaffe förslås ett något lägre luktbidrag det vill säga 0,5–1 l.e./m³.

Resultaten från spridningsberäkningarna visade att under nuvarande utsläppssituation riskerar tydlig lukt att förekomma inom en stor del av det planerade detaljplaneområdet. För att begränsa påverkan av lukt från verksamheterna togs ett flertal åtgärder fram och utifrån föreslagna åtgärder genomfördes ett flertal åtgärdsscenario med hjälp av spridningsberäkningar.

Spridningsberäkningarna för åtgärdsscenario 1 innefattade uppsamling av utsläpp och utspädning via en skorsten på 50 meter ovan marknivå vid Pågen samt utspädning via en skorsten på 40 meter ovan marknivå för utsläppskälla 2 (kylluft) vid Kahls kaffe. Detta gav en bra reduktion av lukt i jämförelse med nuläget, men gav inte en godtagbar luktmiljö inom planområdet, varken i mark- eller taknivå. För att ytterligare förbättra situationen genomfördes åtgärdsscenario 2, som förutom föreslagna åtgärder "åtgärdsscenario 1" även innefattade rening av lukt med 90 % för utsläppskällan 2 (kylluften) vid Kahls kaffe. Resultat visade på en helt godtagbar luktmiljö i marknivå och taknivå (25 meter), men att lukt kan förekomma på 50 meters höjd inom ett begränsat område inom planområdet.

Bäst luktmiljö uppnåddes med åtgärdsscenario 3, som innefattade uppsamling av utsläpp och utspädning via en skorsten på 60 meter ovan marknivå vid Pågen samt rening av lukt med 90 % för utsläppskällan 2 (kylluften) vid Kahls kaffe med skorstenshöjd på 40 meter för utsläppskälla 2 (kylluften). Detta scenario gav en godtagbar luktmiljö i det aktuella planområdet i både mark- och taknivå (25 och 50 meter).

En grov kostnadsberäkning av föreslagna åtgärder vid respektive anläggning har genomförts. För Pågen AB bedöms investeringskostnaden för en 50 - 60 m hög fristående skorsten bli inom intervallet 2 – 5 MSEK inklusive fundament och anslutningar. Kostnadsdrivande är hur komplicerat arbetet med anslutningarna från de olika ugnarna på taket är och antalet rökrör i skorstenen.

För Kahls kaffe föreslås en kombination av rening och skorstensförhöjning. En ökad skorstenshöjd för kylluften till 40 meter innebär investering om i nivån 2 – 3 MSEK. För rening av kylluften med 90 % kan aktivt kolfilter användas. Investeringskostnaden för ett aktivt kolfilter är i storleksordningen 2 – 3 MSEK. En total investeringskostnad för föreslagna åtgärder vid Kahls kaffe uppgår till omkring 4 - 6 MSEK.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Beskrivning planområde	1
2.1	Beskrivning av verksamheterna	2
3	Luktförutsättningar	4
3.1	Beskrivning utredningsmetod	4
4	Luktmätningar	9
4.1	Provtagningsmetodik	9
4.2	Analysmetodik	10
4.3	Användning av mätdata	11
4.4	Utförd undersökning	12
5	Luktreducerande metoder	14
5.1	Allmänt	14
5.2	Externa åtgärder	15
5.3	Utvärdering av olika åtgärdsalternativ	24
5.4	Förslag till luktreducerande åtgärder	25
6	Spridningsmodell och meteorologi	26
6.1	Spridningsmodell	26
6.2	Meteorologi	26
7	Utsläppsdata och utsläppsscenarier	27
7.1	Utsläpp av luktande föreningar använda i spridningsberäkningarna	28
7.2	Åtgärdsscenarier	29
8	Resultat från spridningsberäkningarna	31
8.1	Nuvarande situation	31
8.2	Åtgärdsscenario 1	34
8.3	Åtgärdsscenario 2	37
8.4	Åtgärdsscenario 3	40
9	Sammanfattande bedömning	43
10	Referenser	44

Bilaga A Luktrapport Olof Asklunds gata (ÅF-Infrastructure AB)

RAPPORT
2018-01-08
RAPPORT
LUKTUTREDNING OLOF ASKLUNDS GATA

1 Inledning

Sweco Environment har på uppdrag av Stadsbyggnadskontoret i Göteborg stad genomfört en luktutredning avseende utsläpp av luktande föreningar från Pågen AB Göteborgsanläggning och Kahls kaffe, med syftet att bedöma luktpåverkan på planerade bostäder i detaljplan för stadsutveckling vid Olof Askunds gata. Åtgärdsförslag har tagits fram för att minska eventuella störningar från verksamheterna och därmed bidra till att minska luktpåverkan för att nå acceptabla luktnivåer för planerade bostäder.

2 Beskrivning planområde

Göteborg stad arbetar med att upprätta en detaljplan för stadsutveckling vid Olof Askunds gata med syfte att omvandla ett industriområde till en blandad stadsdel med stort inslag av bostäder samt ny skola, nya förskolor och parker. Detaljplanen medger ca 2 350 bostäder i form av en tät kvartersstruktur och kommer även möjliggöra en skola samt tre förskolor. Bebyggelsen föreslås att uppföras till största delen i 4 till 8 våningar men där några byggnader har upp till 16 våningar (omkring 50 meter). Inom planområdet planeras det även att uppföra byggnad söder om Pågen med en höjd om 60 meter ovan marknivå.

Planområdet är beläget nordöstra Högsbo cirka 5.5 km söder om centrala Göteborg. I Figur 1 visas en kartbild över det föreslagna planområdet. Pågen AB ligger direkt väster om planområdet och Kahls Kaffe ligger cirka 100 meter söder om planområdets sydöstra del, men syns inte i Figur 1.



Figur 1. Kartbild över planområdet med föreslagen bebyggelse. ©Karta från Stadsbyggnadskontoret i Göteborg stad

2.1 Beskrivning av verksamheterna

2.1.1 Pågen AB

Pågens bageri är framför allt inriktat på produktion av styckesbröd, vilket kan ge upphov lukt som kan upplevas som störande. I en luktutredning från 2006 bedömdes att den totala luktbelastningen från anläggningen vid full produktion var att betrakta som relativt hög (Mars, J., 2006). Det är främst bageriets ugnar som ger upphov till lukt.

Det har förekommit klagomål på lukt från boende flera kilometer från bageriet. Erfarenhetsmässigt förekommer sällan klagomål på lukt från bagerier. Det bör dock

framhållas att även mindre "skadliga" lukter såsom lukter från bagerier, kan klassas/upplevas som störande, och får inte förekomma regelbundet i bostäder. Störningens utbredning tidsmässigt och luftfrekvensen är framförallt påtaglig då verksamheten är igång 7 dagar i veckan, i 2 eller 3 skift varje dag (Göteborgs stad, 2014).

De planerade bostäderna som detaljplanen medger föreslås att uppföras direkt öster om hela Pågens verksamhetsområde, vilket ändrar anläggningens läge i förhållande till bostäder. I dagsläget är det mestadels vuxna personer som uppehåller sig inom området, men i ett framtida bostadsscenario kan unga personer och barnfamiljer, som kan uppvisa större känslighet för lukt, komma att bo i området. Att den maximala luktbelastningen sker nattetid är mer fördelaktigt där de omkringliggande fastigheterna i dagsläget utgörs av framför allt dagverksamheter. Påverkan nattetid kan dock bli större vid genomförande av detaljplanen, med bostadshus i den direkta omgivningen där lukt kan passera in i via ventilationssystem, uteventiler eller öppna fönster och balkongdörrar.

Pågen har för avsikt att inom de närmsta åren öka sin produktion och kommer att behöva söka tillstånd hos Länsstyrelsen för sin utökade verksamhet. Den ökade produktionen skulle kunna föranleda en högre luktbelastning om inte exempelvis en högre reningsgrad kompletteras till produktionsökningen.

2.1.2 Kahls Kaffe

Kahls Kaffe har miljötillstånd att rosta 3 000 ton kaffe per år (Länsstyrelsen, 1995), men den rostade kaffemängden understiger detta och ligger på cirka 2 000 ton per år i dagsläget¹. Verksamheten klassas i dag som en anmälningspliktig C-verksamhet enligt miljöbalken (Göteborgs Stad, 2015). I miljötillståndet finns villkor på stoftutsläpp och den senaste mätningen från 2012 visade att stoftutsläppet väl underskrider gränsvärdet i villkoret. Det kan påpekas att gällande miljötillstånd inte innehåller villkor specifikt för lukt däremot anges att om luktolägenhet uppstår ska åtgärder vidtas. Under 2015 installerades en ny rostugn (Göteborgs Stad, 2015).

Kafferosterier kan ge upphov till en säregen lukt som kan upplevas som störande. Det är kolväteföreningar som ger upphov till kaffelukt såsom aldehyder, furaner och ketoner. Det finns inga indikationer på att rökgaser från kafferosterier skulle föranleda negativa hälsoeffekter. Utsläpp av lukt sprids framförallt från skorsten, men kan även ske från det intilliggande lagret.

Kahls Kaffe är beläget cirka 200 meter från närmsta planerade bostadshus, och dessa ligger strax utanför förhärskade sydvästliga vindriktning. Luktspridningen är framförallt beroende av intensitet, rostningsmängd, skorstenshöjd och reningsmetod. Vid hög reningsgrad med avseende på lukt (95 %) har det erfarenhetsmässigt visat sig att luktspridningen kan begränsas till ett område grovt uppskattat till cirka 300 meter från ett motsvarande rosteri.

¹ Eliasson, Eleonor. Kahls Kaffe AB. Mailkorrespondens 2016-04-08.

3 Lutförutsättningar

3.1 Beskrivning utredningsmetod

3.1.1 Allmänt

Luktande föroreningar är ett samlingsbegrepp för en mängd olika kemiska föreningar. Dessa kännetecknas av att de kan förnimmas med luktsinnet, ofta i halter som är mycket lägre än där medicinska effekter kan riskeras. Mekanismerna bakom luktupplevelser är inte klarlagda fullt ut. Därför kan man inte konstruera ett tillförlitligt mätinstrument för lukt. Alla luktmätningar måste därför göras sensoriskt och relateras till subjektiva luktupplevelser. Det finns dock en svensk, och tillika europeisk, standard för hur en sådan mätning skall gå till (SS-EN 13725).

En lukts förnimbarhet uttrycks vanligen med ett tröskelvärde (mg/m^3) som motsvarar en luktenhet per kubikmeter ($1 \text{ l.e.}/\text{m}^3$). Tröskelbestämningar ger värdefulla upplysningar, t.ex. vid kontroll av källstyrkan hos luktavgivande processer och beräkning av luktutsläppens geografiska spridning. Lukttröskelvärdet $1 \text{ l.e.}/\text{m}^3$ definieras som den halt där 50 % av befolkningen kan förnimma lukt.

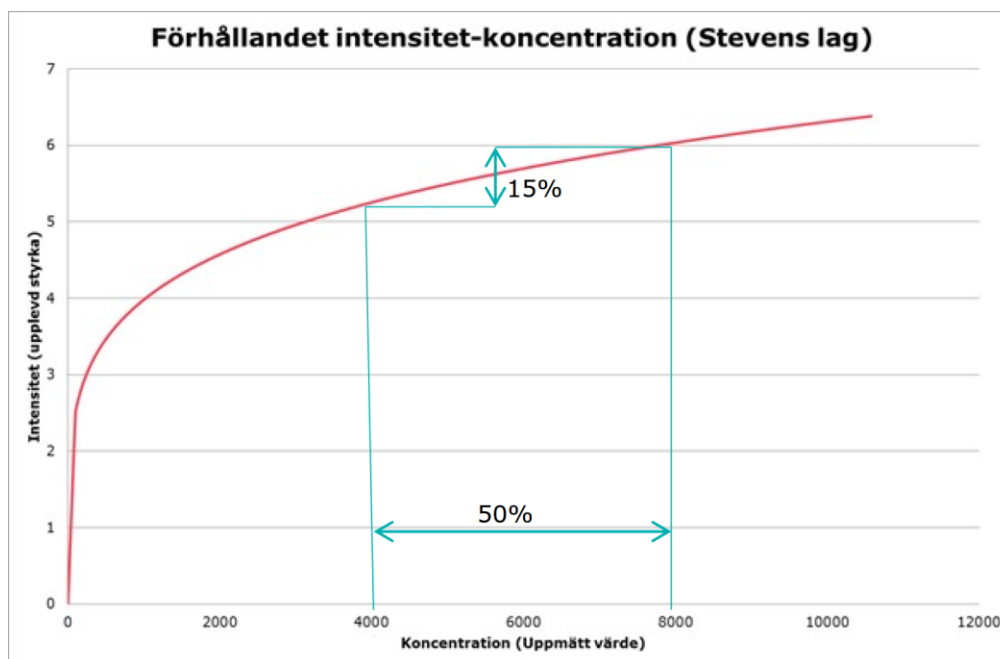
När väl en lukt kan förnimmas växer den upplevda luktintensiteten (styrkan) med ökande koncentration av ämnet, men i allt lägre takt ju högre koncentrationen blir, se följande Figur 2.

Förhållandet mellan intensitet, upplevd luktstyrka och koncentration, $\text{l.e.}/\text{m}^3$ är olika för olika lukter men kan generellt beskrivas med Stevens lag enligt:

$$I = k * C^n \quad 0,2 < n < 0,8$$

Där I är intensitet och C koncentration. Konstanterna k och n är specifika för respektive lukt. I Figur 2 nedan är n satt till 0,2 vilket ger maximalt logaritmiskt förhållande. Erfarenhet visar att förhållandet tenderar att vara mer logaritmiskt ju obehagligare lukten anses vara.

En minskning av halten luktande ämnen har därför sin största effekt vid låga halter medan samma minskning vid höga halter kan ge en bara obetydlig effekt på den upplevda luktstyrkan. Detta betyder också att om man vill reducera luktupplevelsen med 30 % måste emissionen reduceras mer, enligt följande figur krävs 50 %.



Figur 2. Upplevd luktintensitet(styrka) som funktion av koncentrationen.

En av de viktigaste faktorerna som påverkar luktkänsligheten är tillvänjnings- och uttröttningsfaktorerna.

3.1.2 Lukt och luktbesvär

Faktorer som påverkar störning hos kringboende är vanligtvis:

- Hur ofta det luktar, dvs. luktfrekvensen
- Luktstyrka
- Karaktären på lukten
- Ortsvanlighet
- Historik

Hur ofta det luktar är kanske den faktor som är viktigast när det gäller klagomål. Enligt tidigare observationer så sker klagomål på lukt då luktfrekvensen överskrider en eller ett par procent av tiden. Detta påverkas dock av faktorer som karaktären på lukten.

Även luktstyrkan har stor betydelse på klagomålförekomsten. Med luktstyrkan menas koncentrationen av lukt och hur många gånger över luktröskeln som lukten förekommer. Då luktupplevelsen är en momentan reaktion väljer man ofta att bedöma minutmedelvärden av luktförhållanden kring en anläggning och ansätter då acceptabla nivåer till mellan 2 och 10 l.e/m³ som maximala tolererbara nivåer.

Om en lukt upplevs som farlig eller obehaglig sker klagomål tidigare än om man har en positiv association till lukten. Detta innebär bland annat att klagomål på lukt sällan förekommer kring bagerier som ju de flesta har en positiv association till. Däremot sker klagomål ofta om det luktar avfall eller någon kemisk substans.

Vidare kan nämnas att ortsvanligheten påverkar klagomålsfrekvensen. Det kan exemplifieras genom de industriorter med sulfatcellulosabruk vilka luktar starkt men där det inte förekommer klagomål beroende på att alla vet vad som luktar och att många kanske har sin utkomst från verksamheten. Dessutom så blir luktsinnet utmattat av att ständigt känna denna lukt så upplevelsen försvinner. Den kommer tillbaks först när man lämnat orten för ett tag och återvänder.

Även lukthistoriken påverkar ofta klagomålsfrekvensen. Det betyder att har det under någon period förekommit stora lukstörningar lever detta kvar hos kringboende under lång tid. Det gör att man reagerar tidigare vid nästa incident och således måste lukten reduceras mer än vad som annars hade krävts. På samma sätt reagerar ofta kringboende om det sker en förändring i karaktären på lukten.

För att uppskatta luktbeläggningen i ett område och hur stor utbredning det luktande området har kan spridningsmeteorologiska beräkningar göras med utgångspunkt från kännedom om luktutsläppets källstyrka.

3.1.3 Tillämpning av lukt i Miljöbalken

Det finns i dagsläget inga upprättade gräns- eller riktvärden för luktande föroreningar, som människor exponeras för. Då upprättade miljökvalitetsnormer saknas får miljöbalkens allmänna hänsynsregler tillämpa. I 2 kap. 3 § miljöbalken (1998:808) anges att försiktighetsprincipen ska användas i de fall osäkerheter förekommer vid exempelvis konsekvensen att utsätta människor för olägenhet. Dessa försiktighetsmått ska vidtas så snart det finns skäl att anta att en verksamhet kan medföra olägenhet för människors hälsa, och hänsyn ska då tas till personer som är känsligare än normalt.

I 9 kap miljöbalken (1998:808) förekommer bland annat regler om hälsoskydd. I kap 9 3§ miljöbalken (1998:808) står att olägenhet för människors hälsa avses störning som enligt bedömning kan påverka hälsan menligt och som inte är ringa eller helt tillfällig. Viktigt att ta i beaktande att inga ekonomiska eller tekniska avvägningar ska göras i den medicinska eller hygieniska bedömningen om vad som är uppfattas som olägenhet. Utgångspunkten ska istället utgå ifrån vad människor i allmänhet anser vara en olägenhet, och i enlighet med hälsoskyddslagen bör hänsyn skall tas till personer som är något känsligare än normalt.

Utsläpp av luktande föroreningar från verksamheterna Pågen AB och Kahls Kaffe anses inte vara av tillfällig karaktär, utan kan bedömas som en störning då den återkommer vid flera tillfällen, om än med någon oregelbundenhet.

3.1.4 Omgivningsriktvärden

De framräknande och redovisade värdena i denna studie utgör de maximala, det vill säga de beskriver var de högsta halterna förekommer som 99-percentil. Detta innebär att under 99 % av alla minutmedelvärden underskrider de framräknade värdena. Orsaken till att man i luktsammanhang arbetar med så korta tidsupplösningar är för att korrigera mot näsans nära momentana reaktion.

Man kan i sammanhanget fråga sig vilka luktnivåer i omgivningen man då skall välja att jämföra mot i dessa beräkningar. I Sverige finns dock inga generella regler för lukt från olika verksamheter. I Sverige använder man fortfarande uttalande från Naturvårdsverket från början på 1980-talet som säger att *"klagomål på lukt förekommer om luktröskeln överskrider en eller ett par procent av tiden"*. Därför har man i Sverige under många år diskuterat luktfrekvenser. Det man kan notera är att de förhållanden som rådde i början av 1980-talet har ändrats. Idag förekommer klagomål vid lägre luktfrekvenser än vad man då ansåg vara acceptabel nivå.

I Danmark däremot används generella riktvärden vad gäller acceptabel maximal luktkoncentration vid bostäder. Enligt den danska vägledningen (*Miljøstyrelsen, 1985, Begrensning af lugtgener fra virksomheder*) skall skorsten och/eller reningsåtgärder utformas så att maximala koncentrationer av lukttande ämnen (som minutmedelvärden) inte överskrider en nivå om 5–10 gånger luktröskeln, dvs. 5–10 l.e./m³.

I industriområden kan under vissa omständigheter högre koncentrationer accepteras. I andra länder använder man liknande begränsningar. I Tabell 1 redovisas några exempel på detta.

Tabell 1. Omgivningsgränsvärden för lukt

Område/region/land	Omgivningsgränsvärde (l.e./m ³)	Medelvärdestid	Percentil
Danmark	5–10	En minut, maxmånad	99
Norge	1–2	En timme, maxmånad	99
Auckland, New Zealand	2	En sekund	99,9
San Diego WWTP	5	Fem minuter	99,5
Tyskland	1	En timme	99,9
Holland	1–5	En timme	98

För att kunna jämföra de i denna rapport framräknade omgivningshalterna med de danska riktvärdena har samma medelvärdestid och samma percentil använts i dessa beräkningar. Det kan även nämnas att de norska riktvärdena är jämförbara med de danska om man räknar om dessa till samma medelvärdestid.

3.1.5 Relevant målsättning kring Pågen AB och Kahls Kaffe

Då det saknas relevanta omgivningsriktvärden för Sverige har en jämförelse med Danmark och Norge använts i denna studie bland annat beroende på att de meteorologiska förhållandena är jämförbara.

Vid de omgivningsgränsvärden för lukt som gäller i Danmark kan lukt förnimmas kring verksamheten men på en acceptabel låg nivå. I stadsmiljön förekommer dessutom andra luktkällor som ofta döljer lukthalter i denna nivå exempelvis trafik och småskalig vedeldning.

Praktiska erfarenheter från luktmätningar, utförda spridningsberäkningar och korrelationer av resultat visar på att närboende upplever luktfrihet först när haltnivån underskrider 0,2–0,5 l.e./m³ vid en opåverkad miljö och en minuts samplingstid. Detta har sannolikt att göra med att lukttupplevelsen är momentan och väsentligt kortare än en minut. Man tar också hänsyn till de osäkerheter som oundvikligen förekommer i samband med luktanalysen.

Vid den luktkoncentration som gäller enligt de danska omgivningsvärdena är den acceptabla luktkoncentrationen ≤ 5 l.e./m³, en nivå som för de flesta ger en tydlig lukttupplevelse om inte andra störande källor förekommer.

I detta fall planerar man bygga upp en delvis ny stadsdel i närområdet till anläggningarna. Detta betyder att många nya personer kommer att flytta in till området. De flesta är ju bekanta med såväl bagerilukt och kaffelukt och de allra flesta har en positiv association till båda lukterna. Den enda skillnaden mot de välbekanta lukterna är kylluften från kafferosteriet som är förhållandevis frän när den emitteras orenad.

Enligt ÅF och Swecos bedömning skall man ändå välja en något högre ambitionsnivå än vad riktlinjerna i Norge och Danmark medger, eftersom 5 l.e./m³ utgör en tydlig lukt, framförallt för att undvika framtida konflikter.

Sammanfattningsvis föreslår ÅF och Sweco att luktfrihet inte är nödvändig i omgivningen av dessa verksamheter. För bageriverksamheten föreslås därför att man i första hand har en målsättning som innebär en högsta omgivningshalt om 1–2 l.e./m³. Vad gäller luktbidraget från kylluften förslås ett något lägre luktbidrag det vill säga 0,5–1 l.e./m³.

3.1.6 Genomförande

För att kunna jämföra omgivningsgränsvärden med de som kan förekomma vid Olofs Askunds gata har inledningsvis en luktkartläggning genomförts vid såväl Pågens AB som Kahls Kaffe. Provtagningen vid Pågens har utförts av dels ÅF 2005 och 2006 med efterföljande analys på ÅFs luktlaboratorium i Göteborg och dels Miljöassistans 2017 med efterföljande analys av Force i Danmark. Provtagningen och luktanalys vid Kahls har utförts av ÅF, Göteborg. Kartläggningen innebär att man mäter luktkoncentrationen i samtliga identifierade positioner som utgör potentiella luktkällor. För varje position erhåller man då ett värde som anger hur många gånger man måste späda den aktuella luften innan luktfrihet uppnås. I det följande presenteras hur luktbestämningen sker.

4 Luktmätningar

4.1 Provtagningsmetodik

För provtagning av lukt krävs olika metodik beroende på om luktkällan sker från en mekaniskt ventilerad utsläppspunkt, tankandning eller från en öppen yta. Med tankandning menas att en behållare oftast behöver en kontakt med omgivningsluften för att kompensera för volymändring som sker i det material som lagras i behållaren.

Generellt kan nämnas att prover uttas i lufttäta och för ändamålet speciellt anpassade påsar. Med kunskap om flöde och luktinnehåll kan emissionen av lukt bestämmas.



Figur 3. Provtagningsutrustning

Luften samlas upp och provtagning på den kontrollerade luften utförs varefter avgången av luktämnen kan analyseras. Resultat från dessa provkammarförsök innebär att ett mått på det specifika utsläppet uttryckt som emission lukt/ytenhet erhålles. Med utgångspunkt från resultaten i provutrustningen kan man skala upp emissionen till att gälla hela den aktuella ytan.

Provtagningen går fort och ger ett momentant värde. Därför är det ofta fördelaktigt att säkerställa provet med dubbelprov och kompletterande provtagning vid annat tillfälle.

4.2 Analysmetodik

Den uttagna luften analyseras sedan sensoriskt inom 30 timmar efter provtagningen. Normalt tar man ut minst två prov från varje position för att säkerställa tillförlitligheten. Den sensoriska analysen sker dels med hjälp av en utspädningsenhet, en så kallad olfaktometer, dels med en "detektionsenhet" bestående av en tränad provpanel. Panelen består av minst fyra personer. I olfaktometern blandas provgas med spädluft som utgörs av rumstempererad luft.

För varje prov genomförs en spädserie där panellisterna får avgöra vid vilken spädnivå lukt kan förnimmas. Spädserien är så utformad att halten luktämnen successivt ökar. Varje spädserie innehåller minst tre-fyra utspädningar. Panelsvaren noteras av provledaren och spädserien upprepas för varje panellist.

Med hjälp av provsvaren kan man avgöra koncentrationen av lukt i varje enskilt prov. Provtagning och analys följer den europeiska standarden för lukt, SS-EN 13725. Luktanalysen går till enligt nedanstående Figur 4.

Olfaktometern styrs av ett datorprogram som avgör vilken spädnivå som skall ställas in och fördelar provgasen mellan panellisterna. Med hjälp av provsvaren kan man avgöra koncentrationen lukt i varje enskilt prov. Antalet möjliga prover vid ett och samma tillfälle begränsas till ca 10 st eftersom panellisterna i annat fall blir uttröttade.



Figur 4. Den sensoriska analysen på ÅF:s luktlaboratorium

4.3 Användning av mätdata

Olfaktometern ger ett värde på antal luktenheter per m^3 (l.e/ m^3) vilket motsvarar den spädfaktor där paneldeltagarna precis kan börja förnimma lukt.

Exempel: Resultatet från en analys presenteras i form av de spädnivåer där de enskilda panellisterna kan känna lukt.

Paneldeltagare 1: 2000

Paneldeltagare 2: 1880

Paneldeltagare 3: 2440

Paneldeltagare 4: 2000

Resultat för panelen 2069 o.u/ m^3 (geometriskt medelvärde). Detta värde motsvarar den nivå där 50% av befolkningen börjar känna lukt. Om luktkoncentrationen multiplicerat med ett luftflöde (m^3/h) erhålles luktbelastning per timma (l.e/h).

Resultatet från de olika positionerna har sedan adderats för att få en bild av den totala luktemissionen från anläggningen. Då det är känt att vissa luktämnen förstärker luktupplevelsen och andra minskar den kan man ifrågasätta detta förfarande. I detta fall utgör de viktigaste luktämnena i samtliga positioner svavelväte och merkaptaner varför man enkelt kan addera bidragen från respektive källa.

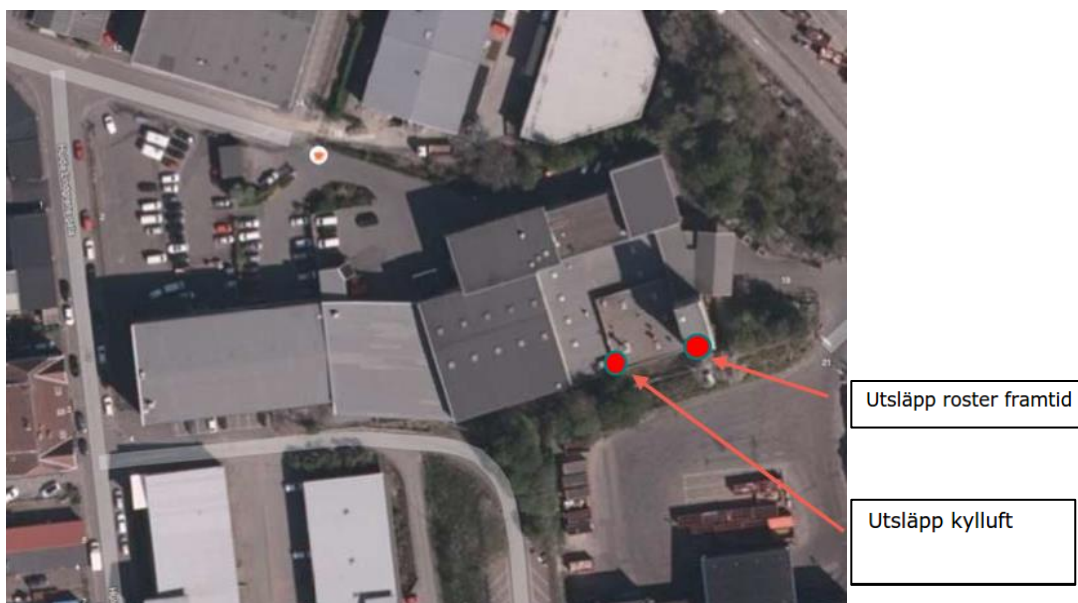
Respektive bidrag har sedan använts i den spridningsberäkning som utförts för att beräkna den maximala koncentrationen av lukt i omgivningen uttryckt som 99 %-il av minutmedelvärden.

4.4 Utförd undersökning

4.4.1 Identifierade luktkällor

Luktutredningen avser Kahls Kaffe vid normal drift. Luktprover uttogs i 2 positioner vid rostning och kylning från verksamheten. Proverna analyserades med dynamisk olfaktometri och luktpanel enligt standard SS-EN 13725.

I följande figur redovisas aktuella utsläppspunkter från Kahls Kaffe anläggning.



Figur 5. Positioner för luktprovtagningar (utsläppskällor)

I Tabell 2 redovisas resultatet från luktmätningarna som ett medelvärde av de genomförda analyserna.

Som framgår av Tabell 2 har utsläppen från utsläppspunkt 2, "Kylning", de högsta luktkoncentrationerna. För att kunna värdera källstyrkan mätt som luktflöde (halt*flöden) har också flödena medräknats i följande tabell.

Tabell 2. Beräkning av luktemission från Kahls kaffe

Utsläppspunkt	Processteg	Luktkonc. (le/m ³)	Gasflöde (m ³ /h)	Emission (10 ⁶ le/h)
1	Rostning	770	6 000	4,6
2	Kylning	46 850	18 000	843

Den sammanlagda luktemissionen från anläggningen kan enligt ovanstående sammanställning beräknas till ca 848*10⁶ le/h. Största källan utgörs av bidraget från "Kylning". I ovanstående tabell har lufthastigheten ansatts till 6 resp. 17 m/s.

4.4.2 Tidigare genomförda mätningar vid Pågen AB

ÅF process genomförde år 2005 och 2006 mätning och provtagning av luktande föroreningar i olika provpunkter, som ska ha varit representativa för hela produktionsgrupper. I Tabell 3 visas resultatet från ÅF:s mätningar.

Tabell 3. Resultatet från genomförda luktmätningar 2005 och 2006

År	Provpunkt	Gasflöde (m ³ /h)	Luktflöde (10 ⁶ le/h)
2005	Linje 37-1	900	4,3
	Linje 37-2	410	41
	Linje 37-3	860	22
	Linje 37 summa		67
	Linje 50 tot	2900	97
2006	Linje 53 tot	1500	87
	Linje 60-1	690	0,2
	Linje 60-2	280	0,1
	Linje 60 summa		0,3
	Linje L61-1	550	35
	Linje 61-2	2900	22
	Linje 61 summa		57

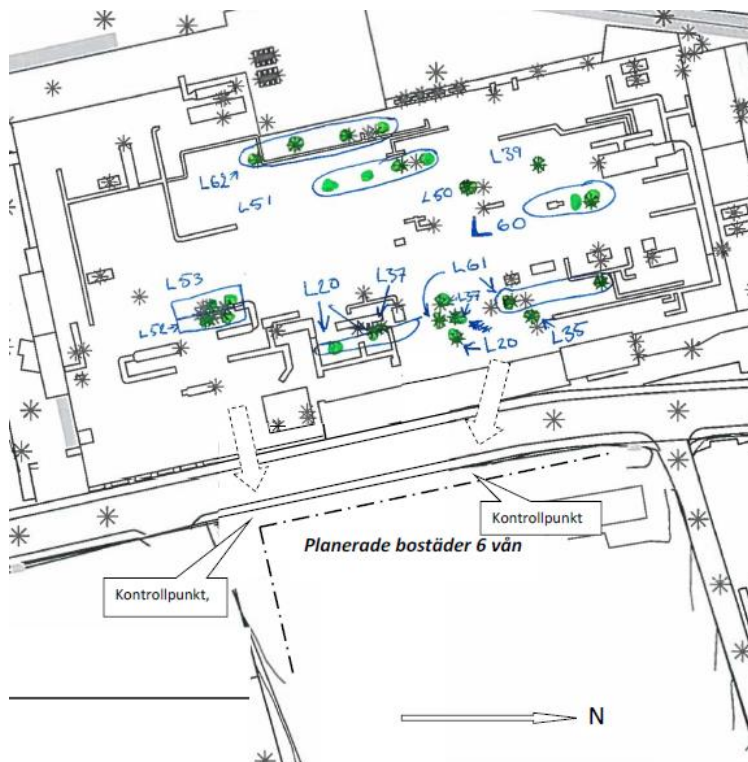
Miljöassistans genomförde provtagning av lukt i utgående processluft den 21 april 2017. Provtagningarna genomfördes med syftet att bestämma luktkoncentrationen från Pågens produktionslinjer och fyra luftprover togs direkt från ventilationskanalerna i gastäta laminatpåsar. Analys och bestämning av luktkoncentrationerna hos proverna genomfördes av FORCE Technology i Brøndby, Danmark, som är ackrediterat för analys av lukt (Miljöassistans, 2017).

Tabell 4. Beräkning av luktemission från Pågen AB

Provpunkt	Luktkonc. (OU _e /m ³)	Gasflöde (m ³ /h)	Luktflöde (10 ⁶ le/h)	Normal drifttid
Linje 37 Ugn	270	5 700	1,5	Sön – tors kl 21 – 13 Avslutas kl 05 på fredag
Linje 53 Ugn	49 000	720	35,3	Mån – sön kl 21 – 14*
Linje 61 Ugn	23 000	590	13,6	Mån – sön kl 21 – 08*
Linje 61 Kyl	520	15 050	7,8	Mån – sön kl 21 – 08*

*För matbröd anges paketeringstid. Bakning i ugn börjar och slutar tidigare.

I Figur 6 redovisas aktuella utsläppspunkter från Pågens anläggning. ÅF har genomfört en genomgång av föregående mätningar vid Pågen och bedömt att utsläppsmängderna är relevant utifrån dagens verksamhet. Dock med reservation om att tidigare uppgifter använda i Miljöassistans rapport utgick från s.k. danska luktenheter.



Figur 6. Utsläppspunkter av lukt vid Pågens. Den angivna L-numreringen avser olika produktionslinjer med utsläppspositionen angivna i grönt.

5 Luktreducerande metoder

5.1 Allmänt

Minskning av utsläppen av luktande ämnen kan ske genom processförändringar eller genom utsläppsbegränsande åtgärder. De senare kan utgöras av processinterna åtgärder eller externa åtgärder. Inom ramen för denna luktutredning har dock fokus legat på externa åtgärder (avskiljning av luktämnen) och förbättrad spridning av frånluften.

I det följande redovisas generellt vilka tekniker som används kommersiellt för att minska utsläppen av luktande ämnen.

5.2 Externa åtgärder

För rening av processluft innehållande varierande mängder och typer av luktämnen står idag en rad olika reningsmetoder samt kombinationer av dessa till buds. De huvudgrupper som värderats är:

- kondensation
- oxidation
- absorption
- adsorption
- biofiltrering
- ozonisering
- jonisering

I det följande redovisas de olika teknikerna mer i detalj.

5.2.1 Kondensation

Genom att kyla luft innehållande en viss halt av ett ämne kommer så småningom jämviktshalten för gasblandningen i fråga att överskridas. Därmed kan ämnena successivt börja kondensera. Denna princip kan utnyttjas för att avskilja ämnena från en gas.

En komplikation kan uppstå vid kondensering av ämnen som i kondenserad form är trögflytande eftersom dessa kan sätta igen värmeväxlarytor.

Slutsats

Kondensation bedöms inte vara tillämplig för kondensering av vare sig frånluft bagerier eller kylluft från kafferosteri.

5.2.2 Oxidation (förbränning)

Vid förbränning oxideras de organiska ämnena i den förorenade luftströmmen till i huvudsak koldioxid och vatten. Oxidationen kan ske termiskt eller katalytiskt. I det följande ges en beskrivning av förekommande teknik för de båda oxidationsmetoderna.

Vid **termisk förbränning** sker oftast oxidationen inom intervallet 750–1 000 °C. Termisk förbränning eller oxidation kan i detta sammanhang ske med flera olika metoder, dessa utgörs av:

- rekuperativ termisk oxidation
- regenerativ termisk oxidation (förbränningsväxlare)

Vid **rekuperativ termisk** oxidation bör uppehållstiden i förbränningszonen vara 0,3–1,5 sekunder för att uppnå erforderlig destruktion. Reningsgraden i anläggningen styrs av förbränningstemperatur, uppehållstid och blandningsförhållanden i brännkammaren.

För att nedbringa driftskostnaderna för sådana anläggningarna söker man återvinna så mycket av det tillförda värmetsom är tekniskt möjligt och ekonomiskt försvarbart. I konventionella rekuperativa anläggningar sker detta genom att den ingående förorenade luftströmmen värmeväxlas i en luft/luftvärmeväxlare mot den utgående renade luftströmmen. Värmeväxlaren dimensioneras ofta för en temperaturåtertagning på upp till ca 75 %. Temperaturen på ingående luft höjs då till ca 550 °C. Ökningen av temperaturen till förbränningstemperaturen sker normalt med gas- eller oljebrännare, men kan även ske elektriskt.

Ovan nämnda begränsning avseende värmeåtervinning i konventionella anläggningar kombinerat med de höga kostnaderna för denna typ av högtemperaturvärmeväxlare, har lett utvecklingen fram till att det på marknaden idag finns flera typer av anläggningar med högre grad av värmeåtervinning än ovan beskrivna. Dessa anläggningar kallas **regenerativa förbränningsväxlare** och värmeväxlingen sker inte genom konventionell värmeväxling utan genom ackumulering av värme från utgående ström i keramiska material. Genom att luftströmmens riktning genom anläggningen regelbundet växlas kan detta värme återvinnas till upp mot 95 % för flertalet anläggningstyper.

Flera olika systemlösningar finns idag på marknaden. Grundprincipen för denna metod är att man i mitten av bädden upprätthåller en zon på nivån 800-1 000°C, varifrån en fullständig förbränning sker.

Erforderlig tillsatsenergi tillförs normalt via elektriska värmelement eller gas (gasol eller naturgas) i mitten av bädden. Flödesriktningen genom bädden skiftas oftast ett par gånger per minut och på ett sådant sätt att det vid förbränningen frigjorda värmets koncentreras till en zon i mitten av bädden. Detta är möjligt eftersom bädden fungerar som en värmeväxlare med en mycket stor yta. Denna stora yta i kombination med små energiförluster till omgivningen ger en hög temperaturverkningsgrad.

Reiningseffektiviteten för en förbränningsväxlare av ovan nämnda typ garanteras av leverantören till minst 95 %. Denna verkningsgrad är något lägre än vad som vanligen garanteras för konventionella förbränningsanläggningar. Orsaken till denna lägre reningsgrad har varit den dödvolum (residualluft) som endast delvis eller inte alls upphettas i samband med växlingen av flödesriktningen. Detta problem kan idag hanteras genom att residualluften förs in i en buffertbehållare för att under påföljande cykel successivt spädas in på tilluftsidan.

I de fall där högre krav på reningsgraden ställs, kan så kallade trebäddssystem eller flerbäddssystem utnyttjas. I dessa system finns ytterligare bäddar med värmelagrande material. Denna utnyttjas för att även den lilla luftmängd (residualluft) som förblir obehandlad i tvåbäddssystemen skall kunna renas. I dessa system kan reningsgrader på > 99 % uppnås. Dessa konstruktioner är också mindre känsliga för förekommande stoft.

Vid utnyttjande av förbränningsanläggningar finns alltid risken för brand och explosion. Om halten av ingående oxiderbara ämnen i gasen ligger över undre explosionsgränsen, LEL, finns risk för explosion. Närvaron av stoft eller förhöjd temperatur sänker dessa värden. Vid lägre halter är regenerativ oxidation att rekommendera.

Vid **katalytisk oxidation** sker oxidationen av de ingående föroreningarna vid en lägre temperatur än vid termisk oxidation. Katalysatorns funktion kan beskrivas med att den sänker erforderlig aktiveringsenergi för oxidationsprocessen då de ingående organiska komponenterna adsorberas på katalysatorytan. För att erhålla tillräcklig reningseffekt i dessa system erfordras en temperatur om ca 250 - 350 °C, något beroende på typ av förorening respektive katalysator. Genom oxidationen ökar temperaturen över katalysatormassan. Temperaturökningens storlek är proportionell mot innehållet av värme i de brännbara komponenterna i den orenade luften.

Ur driftsekonomisk synpunkt är katalysatorns livslängd en av de kritiska faktorerna och leverantörer brukar garantera en livslängd om ca 10 000–15 000 driftstimmar. I kända applikationer kan även längre livslängd garanteras.

För att begränsa energikostnaderna brukar man installera värmeväxlare på utgående rökgas för förvärmning av ingående luft. Beroende på hur värmeåtertagningen sker skiljer man på konventionell rekuperativ katalytisk oxidation och regenerativ katalytisk oxidation i förbränningsväxlare. Med konventionell utformning av den katalytiska oxidationen menas här att ingående luft förvärms av förbränningsluften i en luft/luftvärmeväxlare med temperaturåtertagningsförmåga om 50–75 %. Lika som vid termisk oxidation styrs graden av återtagning främst av ekonomiska faktorer.

Katalytisk oxidation i förbränningsväxlare innebär att man, på motsvarande vis som för en termisk förbränningsväxlare, utnyttjar en regenerativ värmeväxlare bestående av en keramisk bädd. Värmeåtertagningen kan i dessa system ökas till ca 95 %, med påföljden att driftskostnaden kan nedbringas. En väl fungerande katalytisk oxidationsanläggning uppnår reningsgrader >95 %.

Katalytiska oxidationsanläggningar är vidare känsliga för framför allt lokala överhettningar, stoft och katalysatorgifter. Som katalysatorgifter räknas ämnen som bland annat fosfor, silikon, klor, svavel och tungmetaller. Förekomst av sådana ämnen kan radikalt reducera den faktiska livslängden.

Slutsats

Vid Kahls rosteri har nyligen en regenerativ termisk oxidation (RTO) installerats för att minska luktutsläppen från rostningen. Denna reningsanläggning har dock inte möjlighet att också rena kylluften. Tekniskt är det möjligt att rena kylluft med termisk eller katalytisk oxidation.

Tekniskt torde de också var möjligt att avskilja luktämnen med termisk eller katalytisk oxidation från bageriverksamhet.

Sammanfattningsvis konstateras att både termisk och katalytisk oxidation torde vara möjlig att tekniskt använda för reduktion av den typ av luktutsläpp som finns vid de båda anläggningarna.

Däremot bedöms kostnaderna för termisk eller katalytisk oxidation vara alltför höga jämfört med andra metoder som diskuteras här.

5.2.3 Absorption (skrubbing)

Absorption eller skrubbing innebär en process vid vilken ett gasformigt ämne löses i en vätska. Själva absorptionsprocessen utformas oftast så att gasströmmen kontaktas av vätskefasen i ett motströmsförhållande i en absorptionskolonn. Beroende på hur absorptionsprocessen utformas kan man särskilja ett antal kommersiellt tillämpade absorptionssystem:

- Absorption i rent vatten
- Absorption i vatten med kemikalietillsatser
- Absorption i bioskrubber
- Absorption i en organisk fas

För att åstadkomma en hög effektivitet på en skrubberanläggning skall halten av de ämnen som skall avskiljas vara hög och den använda skrubbeväska ska ha lågt innehåll av ämnena som skall avskiljas. För att åstadkomma detta kan skrubbern i extrema fall tillföras ren vätska som efter absorption leds till slutbehandling eller avlopp. Det normala är dock att vätskekretsen cirkulerar och att föroreningarna tas ur systemet genom destruktion eller omvandling. Även avdrivning eller destillation kan förekomma.

Absorption i rent vatten används där lättlösliga föreningar förekommer. Luktämnena är i detta fall delvis vattenlösliga.

Kemisk skrubbing innebär ofta att alkalier alternativt syror tillförs vid syra/bas-reaktioner medan oxidationsmedel som väteperoxid, ozon eller hypoklorit ofta används då organiska ämnen skall destrueras. Här ökar förutsättningarna att avskilja ingående ämnen.

För organiska ämnen med endast begränsad vattenlöslighet kan istället ett utnyttjande av **organiska absorptionsvätskor** vara möjligt. System med organiska skrubbevätskor måste vidare kombineras med upparbetning, av typ destillation eller extraktion, för att kunna recirkulera skrubbeväska. Denna extra hantering förordrar kraftigt användande av absorption som reningsmetod. Denna metod är inte aktuell här för reduktion av luktemissionen.

Biologisk skrubbing innebär istället att destruktion av ämnena ifråga sker genom mikrobiologisk aktivitet. Fördelen med biologisk skrubbing är, i jämförelse med den kemiska skrubbern, att det erhållna skrubbevattnet i regel enkelt kan avböras till kommunalt reningsverk utan några särskilda åtgärder. För att säkerställa att inga miljömässigt besvärliga ämnen bildas rekommenderas pilotförsök innan installation. Ett skrubbersystem för biologisk behandling av en luftström innebär i regel högre investeringskostnader men vanligtvis lägre driftskostnader.

Biologisk skrubbing utnyttjas därför framför allt då större luftströmmar skall behandlas, medan kemisk skrubbing i huvudsak utnyttjas vid lägre luftflöden. Biologisk skrubbing utnyttjas främst vid behandling av luktande luftströmmar, exempelvis luft från reningsverk. Systemet är ofta känsligt för störningar.

Slutsats

Vattenskrubber har använts för rening av rostgaser i mindre anläggningar. Där ÅF studerat denna installation har det dock varit en förhållandevis omständlig process med stor rengörings- och underhållsbehov. Någon installation för behandling av kylluft är inte känt.

Det är inte heller osannolikt att en vattenskrubber också skulle ha god effekt för att avskilja luktämnen bageri. Någon sådan installation känner dock inte ÅF till.

Sammanfattningsvis kan konstateras att skrubbing med vatten torde kunna fungera. Stor osäkerhet råder dock vad avser avskiljningsförmågan på längre sikt.

5.2.4 Adsorption

Adsorption innebär att ämnen adsorberas (lagras) på en adsorbent för att vid lämpligt tillfälle kunna desorberas (avdrivas) och då antingen destrueras eller återvinnas. Tekniken utnyttjas antingen på stora flöden med låga halter med syftet att kunna koncentrera upp halten, eller vid intermittenta flöden.

För adsorption används i kommersiella sammanhang för närvarande tre slags adsorbenter. Dessa är aktiverat kol, zeoliter samt syntetiska polymerer. Aktiverat kol är vanligast och det är med denna adsorbent den största industriella erfarenheten vunnits. För de båda övriga adsorbenterna är erfarenheterna mer begränsade.

Ett system som bygger på adsorption kan vara antingen av regenererbar typ eller av utbytestyp.

I ett regenererbart system sker desorptionen på plats. De desorberade ämnena kan därefter återvinnas eller destrueras.

Fördelen med aktiverat kol är att det är en förhållandevis billig adsorbent. Aktiverat kol har dock en del begränsningar, exempelvis kan nämnas en låg högsta möjliga desorptionstemperatur, vilket innebär risk för anrikning av svårflyktiga komponenter på kolfiltret. Då kolbädden regenereras på plats, finns viss risk för lokal överhettning och brand (hot-spot) i filtret vid adsorption av vissa ämnen, exempelvis aldehyder och ketoner.

Ett system av utbytestyp, vanligtvis med kol som adsorbent, kan i vissa fall vara fördelaktigare särskilt vid lägre halter och då mängden föroreningar som skall avskiljas är liten. Då adsorbenten mättats på lösningsmedel byts den mot ny adsorbent. Den förbrukade adsorbenten kan antingen skickas för destruktion eller skickas för regenerering/reaktivering till anläggningar lämpade för ändamålet.

Om kol utnyttjas och skall destrueras kan ett billigare kol av sämre kvalitet utnyttjas. Destruktionen kan ske vid anläggning med tillstånd att bränna farligt avfall. Reaktivering av kol kan inte ske i Sverige utan kolet måste då skickas utomlands. Anläggningar finns bland annat i Finland, Tyskland och Italien.

Det finns också framtaget speciella aktiverade kol för destruktion av svavelväte och i viss mån även andra reducerade svavelföreningar. Detta kol är impregnerat med en katalysator som katalytiskt oxiderar svavelväte till elementärt svavel. Detta ger mycket hög reningseffekt för denna typ av ämne.

Slutsats

Aktiverat kolfilter av utbytestyp skulle kunna vara en tänkbar metod att reducera luktutsläppen med kylluften från rostningsprocessen. Sannolikt skulle också metoden kunna användas även för avskiljning av luktämnen från bageriverksamhet under förutsättning att man sänker temperaturen efter ugn.

Obeaktat detta föreslås att om aktiverat kol skall användas måste metoden utprovas och värderas innan fullskaleinstallationer kan övervägas eftersom applikation är ny.

5.2.5 Biofilter

I biofilter sker nedbrytningen av organiska ämnen av mikroorganismer vidhäftade ett bärrmaterial.

Förutsättningarna för att ett biofilter skall vara användbart är att de organiska ämnena ifråga kan överföras och adsorberas på filtermaterialet. Om ämnet är vattenlösligt, underlättas överföringen. Dessutom måste ämnet kunna brytas ned av mikroorganismerna. Nedbrytningsprodukterna från den mikrobiologiska processen får dessutom inte hämma den primära nedbrytningen.

Biofiltret eller biobädden utgörs vanligen av en befuktad bädd, bestående av exempelvis bark, torv, ljungrotter eller något annat biologiskt material. Dessutom används ofta något poröst mineraliskt material. Före passagen genom bädden befuktas luften och ofta måste även reglering av ingående temperatur till nivån 20–35 °C göras.

Utformningen av biofilter varierar med de lokala förutsättningarna, men den konventionella typen av anläggning består av en dränerad yta avskärmad med cementväggar. På botten av bädden installeras utrustning för luftdistribution på vilken själva biobädden fördelas. Biobäddens djup varierar, men vanligen är den i nivån 0,5–2,5 m. Area-behovet för denna typ av anläggning blir normalt sett stort. I ett annat koncept förvaras biomassan i containrar. Dessa kan staplas på varandra, och platsbehovet reduceras på detta sätt avsevärt.

En biobädd uppnår reningsgrader på 50–95 % beroende på vilket ämne som behandlas (låg reningsgrad vid icke vattenlösliga och hög vid vattenlösliga ämnen), och är bäst lämpad där föroreningarna förekommer i så låga koncentrationer att annan teknik ställer sig mycket kostsam.

Biofilter är känsliga för varierande förhållanden särskilt vad gäller koncentrationer, pH, temperatur och fukthalt.

Vad gäller pH kan nämnas att filtren arbetar bäst vid neutrala pH. Om höga halter reducerade svavelföreningar förekommer, som H₂S, kan en del av detta oxideras till svavelsyrlighet vilket då innebär en pH-sänkning i biofiltret som kan slå ut mikro-

organismfloran och därmed reducera avskiljningsförmågan. Ofta får man då kompensera med tillförsel av kalciumkarbonatlösning.

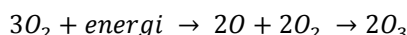
Viktigt är också att tillse att hela biofiltret är befuktat. I annat fall kan delar torka vilket då leder till att avskiljningsförmågan i dessa filteravsnitt upphör.

Slutsatser

Biofilter är i många fall en användbar teknik för avskiljning av luktämnen i förhållande-vis låga haltnivåer. Tekniken kräver förhållandevis stora ytor vilket begränsar användningen. Metoden är också känslig för stoft. Metoden bedöms vara svår att användas i de aktuella applikationerna dels på grund av att utrymmesmöjligheterna är starkt begränsade dels på höga temperaturer och dels på de intermittenta utsläppen.

5.2.6 Ozonisering

Ozon är tri-atomärt syre d.v.s. O₃. Ozon framställs i generatorer som antingen bygger på metoder med UV-ljus eller en Corona urladdning. Man utgår från torkad luft eller syrgas (O₂) som tillförs energi. Syremolekylen delas då upp i två stycken syreatomer. Syreatomerna förenar sig därefter med en annan syremolekyl vilket gör att man får en molekyl innehållande tre syreatomer dvs. ozon enligt följande:



Ozonmolekylen har en kraftig oxidationspotential vilket innebär att den lätt reagerar med andra molekyler och bryter ner/omvandlar dessa. Livslängden för en ozonmolekyl varierar från några minuter uppemot någon timme beroende på omgivningen (temperatur, tryck, föroreningar osv.).

Ozon är ett toxiskt och mycket reaktivt ämne som effektivt oxiderar förekommande luktämnen. Ozon är dock så toxiskt att man måste vara försiktig vid dessa installationer så att man inte riskerar att utsätta personalen för förhöjda ozonhalter. För att få en effektiv funktion krävs ofta uppehållstider på flera sekunder vilket kan innebära långa kanaldragningar för att erhålla denna volym.

ÅF har testat denna typ av utrustning och den fungerar väl under förutsättning att ozonaggregatet genererar ozon som tänkt. Det är dock svårt att anpassa ozongenereringen till en källa med varierande belastning. Istället riskerar man ofta att överdosera vilket kan ge förhöjda halter i omgivningen.

Slutsatser

De flesta applikationer har ett högt luftflöde och eller höga koncentrationer av lukt vilket betyder att det kan vara svårt att upprätta tillräcklig uppehållstid. ÅF föreslår att i första hand andra metoder väljs.

5.2.7 UV-fotooxidation

Denna reningsmetod innebär att gasflödet som ska renas leds genom en kammare som är upplyst med kortvågigt UV-ljus (100-280 nm). Under inverkan av UV-vågorna startas en nedbrytning av såväl oorganiska som organiska föroreningar i luftströmmen.

Nedbrytningen sker genom två slags mekanismer:

Direkt fotolys: ämnen som absorberar bra i det använda våglängdsområdet (VOC, ammoniak, svavelväte, merkaptaner, aminer) kan brytas ner direkt under inverkan av UV-strålningen.

Oxidation genom reaktiva syreradikaler: ämnen som inte absorberar UV-ljus direkt, såväl som nedbrytningsprodukter från fotolysreaktioner, kan vara möjliga att oxidera med hjälp av högreaktiva syreradikaler. Dessa sistnämnda bildas ur syre närvarande i luftströmmen, enligt vissa reaktionsmekanismer. Vid dessa oxidationsreaktioner bildas koldioxid, vatten, kvävgas och svaveldioxid som slutprodukter.

Ofta installeras även aktiverat kol som den behandlade luften får passera. Kolet fungerar både som en katalysator för oxidationsprocessen och reducerar dessutom kvarvarande ozon till syrgas. Kolfiltret kan också adsorbera ämnen som inte oxiderats.

Metoden används idag såväl för att ta bort lukt, t.ex. vid bryggerier, sopsortering, avloppsreningsanläggningar, VOC vid lackeringsindustrier samt stekos från kök.

Slutsatser

Där ÅF testat metoden (kommunala vattenreningsanläggningar), fungerar metoden mycket bra för reduktion av lukt. Även för kylluft från rostning har vid pilottester konstaterats att metoden fungerar i kombination med aktiverat kolfilter.

Några pilottester för luktämnen från bagerier har dock inte genomförts. Metoden torde fungera även i denna applikation. Emellertid finns ingen erfarenhet av metoden i denna applikation varför man måste testa metoden innan beslut om investering kan göras.

5.2.8 Jonisering

Ett stort antal leverantörer av joniseringsutrustning finns idag på marknaden. Ingen av dessa ger en riktigt bra förklaring av teknikens funktion. Grundidén är att då man tillför energi till syreatomen så får man laddade atomer som också skapar syrekluster som oxiderar effektivt. Många anläggningar emitterar även ozon i samband med joniseringsreaktionen.

De gånger ÅF har utvärderat tekniken har avskiljningen varit otillfredsställande låg. Oavsett detta används jonisering ofta i luktsammanhang. Enligt ÅF:s erfarenhet krävs lång uppehållstid (minuter) för att få en effektiv avskiljning. Detta kan bara utföras i slutna utrymmen eller om man tillför joniseringen till tilluften.

Slutsatser

Tekniken rekommenderas inte för här aktuella applikationer.

5.2.9 Förbättrad spridning

Att förbättra initialspädningen från en luktande källa genom att öka utsläppshöjden är ett bra sätt att reducera luktbesvären kring en anläggning trots att man inte reducerar utsläppens storlek.

Genom en ökad utsläppshöjd späds plymen mer innan den når marknivå. Detta betyder att när väl plymen når mark har ofta luktröskeln reducerats till nivå $<1 \text{ l.e./m}^3$ vilket i princip innebär att man inte kan förnimma lukten längre. För kringboende närmast källan erhålles störst effekt medan effekten sedan avtar med avståndet.

Förhöjd skorsten är ofta ett bra alternativ särskilt om halten av andra komponenter som VOC och stoft är lågt. En annan viktig faktor är att skorstenen har låg driftskostnad och hög tillgänglighet.

5.3 Utvärdering av olika åtgärdsalternativ

I Tabell 5 ges en kort sammanfattning av olika åtgärdsalternativ.

Tabell 5. Utvärdering av reningstekniker – sammanställning.

Metod	Teknisk möjlig	Reningsgrad	Kommentar
1. Kondensering	Nej		
2. Termisk oxidation			
a. Rekuperativ	Ja	> 98 %	För hög kostnad
b. Regenerativ	Ja	> 98 %	För hög kostnad
3. Katalytisk oxidation	Ja	> 95 %	För hög kostnad
4. Absorption			
a. Rent vatten	Sannolikt inte		Effekten osäker, genererar förorenat vatten
b. Kemisk tillsats	Nej		
c. Organisk vätska	Nej		
d. Bioskrubber	Nej		
5. Adsorption			
a. Utbytessystem	Ja	>95 %	Torde fungera – pilotstudier krävs dock före installationer
b. Regenerativt system	Nej		
6. Biofilter	Tveksamt tekniskt		Stoft, hög temperatur samt utrymmesbrist omöjliggör en installation
7. Ozonisering	Rekommenderas inte	Effekt osäker	Ozonhantering besvärlig, kan leda till högre lukt då partiklar oxideras
8. UV-fotolys	Eventuellt	Effekt osäker	Fungerar väl i andra applikationer, test behöver genomföras
9. Jonisering	Nej	Effekt osäker	Kräver alltför lång uppehållstid
10. Förhöjd skorsten	Ja	Förbättrar situationen	Konstandseffektiv

Av ovanstående diskuterade tekniklösning kan många avfärdas antingen av tekniska skäl eller av kostnadsskäl.

De metoder som kvarstår efter ovanstående genomgång av tekniska och övergripande ekonomiska bedömningar är adsorption av utbyttestyp, fotooxidation samt förbättrad initialspädning genom en förhöjd utsläppspunkt. Förekomst av stoft och höga temperaturer kan dock försvåra användningen av de diskuterade teknikerna.

Obeaktat vilken åtgärd som övervägs rekommenderar ÅF att denna utprovas väl i den aktuella applikationen innan beslut om investering tas så att funktion och driftkostnader kan säkerställas. Efter utprovning kan beslut tas om ytterligare åtgärder om det då visar sig vara motiverat ut miljösynpunkt.

5.4 Förslag till luktreducerande åtgärder

5.4.1 Pågens AB

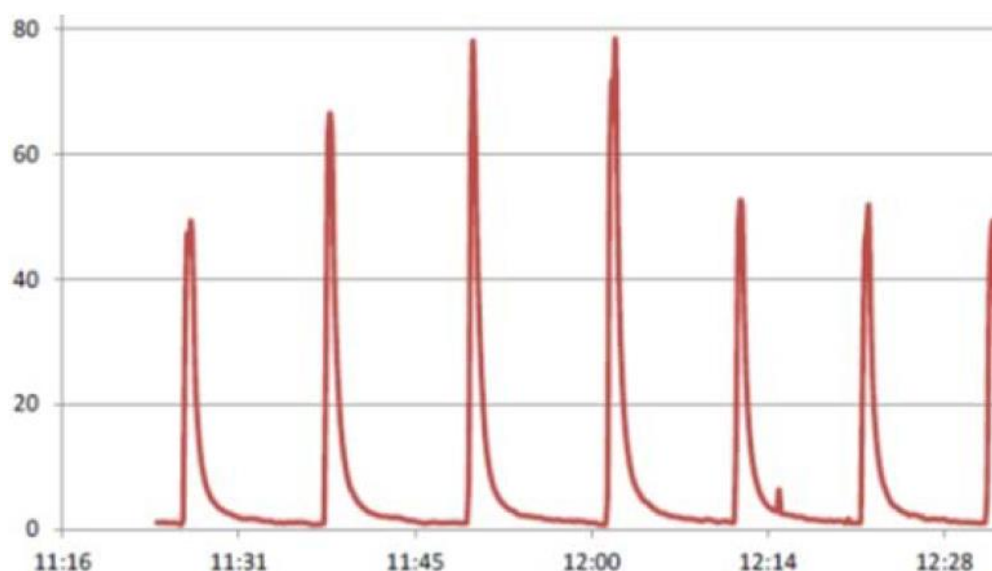
Ur luktsynpunkt utgör bagerier en särskild kategori. Lukten från bagerier upplevs i regel angenäm och därför är ÅF och Swecos uppfattning att man inte behöver efter-sträva luktfrihet kring denna typ av verksamhet.

Så vitt är känt finns knappast någon installation av luktreducerande åtgärder på bagerier överhuvudtaget. Däremot finns reningsutrustning på bagerier för att reducera avgången av VOC(etanol) på ett fåtal anläggningar.

Av denna anledning bedöms rening av de luktande utsläppen från Pågens inte realistiskt. I det följande redovisas kostnaden för att istället höja utsläppspunkten för de luktande utsläppen och på så sätt reducera luktbidraget i omgivningen.

5.4.2 Kahls Kaffe

Emissionen av luktämnen från kylprocessen huvudsakligen under första minuten av kylprocessen. Detta förlopp kan följas i följande figur som beskriver hur koncentrationen av VOC (flyktiga organiska ämnen) varierar under kylprocessen.



Figur 7. Variation av VOC halt under kylprocessen

Som framgår av ovanstående Figur 7 som hämtats från ett annat rosteri där kylprocessen följts med ett kontinuerligt registrerande VOC-instrument ökar koncentrationen snabbt

och avtar. Toppen inträffar under den första minuten under den ca 10 min långa kylprocess varefter koncentrationen sedan snabbt avtar. Den mätning som ligger till grund för valet och dimensionering av reningsutrustningen har uttagits vid den högsta emissionsnivån.

6 Spridningsmodell och meteorologi

För att klargöra vilken effekt olika åtgärder har i omgivningen har spridningsberäkningar genomförts.

6.1 Spridningsmodell

Spridningsberäkningarna är utförda enligt de amerikanska miljömyndigheternas (US-EPA) godkända modellkoncept Aermod, se internetlänk:

http://www.epa.gov/scram001/dispersion_prefrec.htm

Aermod är anpassad för spridningsberäkningar med avseende på utvärdering av utsläpp av luktande föreningar och dess omgivningspåverkan.

Inom EU saknas krav på att spridningsmodeller ska vara godkända det anges dock i luftvårdsdirektivet 2008/50/EG rekommendationer att avancerade modeller bör användas för att uppfylla tillräcklig kvalitet på resultaten.

Mer information om Aermod finns också på Referenslaboratoriet för tätortslufts hemsida:

<http://www.smhi.se/reflab/luftkvalitetsmodeller/mer-om-modellerna/aermod>

Tre olika applikationer ingår i detta arbete, dessa är:

1. **AERMET** är en specialanpassad beräkningsapplikation för att beräkna de meteorologiska parametrarna för bl.a. vertikala profiler i luftrummet.
2. **AERMOD** är en spridningsmodell för utsläpp från bl.a. skorstenar, som är speciellt utvecklad för att beskriva halter i närområdet inklusive byggnaders inverkan kring utsläppskällan.
3. **AERMAP** är en beräkningsmodell för definiering av de topografiska förhållandena.

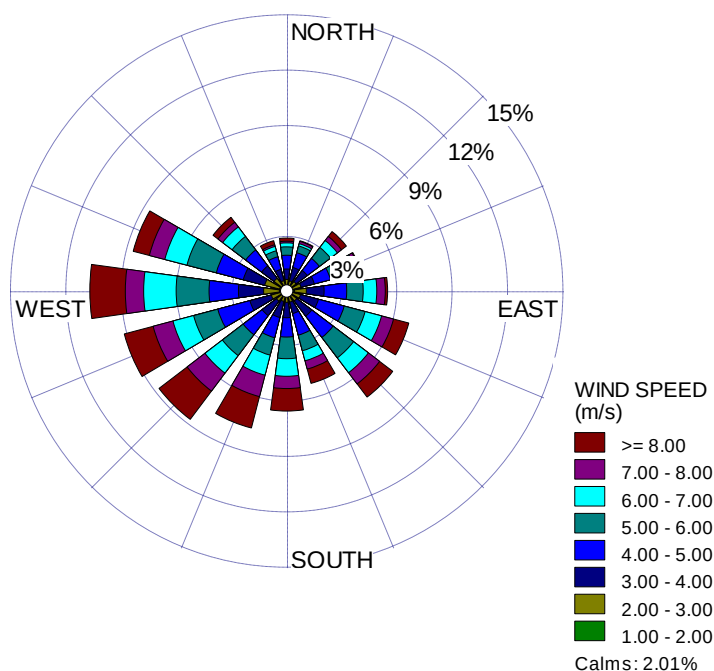
6.2 Meteorologi

Speciellt anpassade meteorologiska data för spridningsberäkningar (AERMOD/AERMET) har tagits fram för det aktuella området. Den meteorologiska informationen bygger på en avancerad numerisk väderprognos modell, "Mesoscale Model 5th generation" (MM5), vilken har beräknat de lokala meteorologiska förutsättningarna för Göteborg år 2014–2016, totalt 26 304 timmar. Bland parametrar som ingår kan nämnas lufttryck, temperatur, vindhastighet, vindriktning, relativ fuktighet, molnmängd och nederbörd. Vissa parametrar är även definierade för olika nivåer i vertikalled (vindhastighet, vindriktning, lufttryck, temperatur, relativ fuktighet etc.). Metoden att använda MM5 data följer de anvisningar som de amerikanska miljömyndigheterna (US-EPA) tagit fram att användas i motsvarande tillståndsansökningar i USA. Motsvarande data används även i Europa.

26(44)

RAPPORT
2018-01-08
RAPPORT
LUKTUTREDNING OLOF ASKLUNDS GATA

I Figur 8, beskrivs meteorologin i form av ett vindrosdiagram, som visar översiktligt hur vindriktningen fördelade sig i Göteborg under 2014–2016. I beräkningarna har timbaserade meteorologiska data med samtliga årets timmar använts, för att ta hänsyn till variationen av vind och väder.



Figur 8. Vindros för Göteborg år 2014–2016

7 Utsläppsdata och utsläppsscenarioer

Luftutredningen avser Pågen AB och Kahls Kaffe vid normal drift samt scenarier med åtgärder för att uppnå målvärdet vid det aktuella planområdet.

Utsläppsdata bygger på data som ÅF har tagit fram. Ett antal utsläppsscenarioer har beräknats för att kunna optimera åtgärderna för att begränsa utsläppens konsekvenser i omgivningen. Urvalet av källor som bedöms kräva rening/utspädning har utförts efter resultat från spridningsberäkningar för respektive utsläppskälla, 1–11 vid Pågen och 1–2 vid Kahls kaffe.

De utsläppsscenarioer som ingår i denna utredning är följande:

- Dagens utsläppssituation. Total lukt emission: $1046 \cdot 10^6$ le/h
- Åtgärdsscenario 1, uppsamling av utsläpp 1–11 vid Pågen och utspädning via en skorsten på **50 meter** ovan marknivå och utspädning via en skorsten på **40 meter** ovan marknivå för utsläppskälla 2 vid Kahls kaffe. Total luktemission: $1046 \cdot 10^6$ le/h
- Åtgärdsscenario 2, uppsamling av utsläpp 1–11 vid Pågen och utspädning via en skorsten på **50 meter** ovan marknivå och rening av lukt med 90 % för utsläppskällan 2 vid Kahls kaffe med skorstenshöjd på **40 meter** för utsläppskälla 2. Total luktemission: $287 \cdot 10^6$ le/h
- Åtgärdsscenario 3, uppsamling av utsläpp 1–11 vid Pågen och utspädning via en skorsten på **60 meter** ovan marknivå rening av lukt med 90 % för utsläppskällan 2 vid Kahls kaffe med skorstenshöjd på **40 meter** för utsläppskälla 2. Total luktemission: $287 \cdot 10^6$ le/h

Befintliga skorstenshöjder i dagens utsläppsscenario ger inte tillräcklig effekt (utspädning) för att kunna uppnå godtagbar luktnivå. Den antagna skorstensplaceringen, som är tänkt att användas vid uppsamling av utsläpp i åtgärdsscenariona vid Pågen, ligger i närheten av de respektive utsläppskällorna. Dock kan andra placeringar givetvis visa sig vara aktuella. Det är således viktigt att diskutera förutsättningar i detalj med verksamhetsutövaren. Åtgärderna styrs även av tillåtna skorstenshöjder inom planområdet.

Fördelen med att öka skorstenshöjden är att det är en relativt robust lösning för att minska påverkan i närområdet. Spridningen av utsläppen över ett större område innebär även en mindre risk för lukt längre bort från källan.

Utsläppsdata använda i spridningsberäkningarna för nuvarande situation redovisas i Tabell 6 och Tabell 7. Utsläppsdata för antagen reningsgrad på 90 % för utsläppskällan 2 vid Kahls kaffe redovisas i Tabell 8.

7.1 Utsläpp av luktande föreningar använda i spridningsberäkningarna

Utsläppskällorna är definierade som punktkällor. Mätningarna vid Kahls Kaffe är utförda av ÅF under ett tillfälle, 2017-11-20 (ÅF, 2017). Mätningarna vid Pågens AB genomfördes av Miljöassistans, 2017-04-21 (Miljöassistans, 2017).

I Tabell 6 och Tabell 7 redovisas utsläppsdata använda i spridningsberäkningarna vid nuvarande normal drift vid Pågen AB och Kahls Kaffe. Samtliga luktande utsläpp är antagna att de sker mer än 88 timmar per år för att täcka in de mest ogynnsamma meteorologiska förhållanden som kan förekomma som 99 percentil för timmedelvärdena.

Tabell 6. Utsläppsdata använda i spridningsberäkningarna vid normal drift – sammanställning vid Pågens AB

Position	Benämning	Luktflöde (10 ⁶ le/h)	Luktkonc. (OU _e /m ³)	Gasflöde (m ³ /h)	Utsläppshöjd, (m)
1	Linje 37 Ugn	1,5	270	5 700	9,5
2	Linje 53 Ugn	35,3	49 000	720	9,5
3	Linje 61 Ugn	13,6	23 000	590	9,5
4	Linje 61 Kyl	7,8	520	15 000	9,5

För Pågen AB har spridningsberäkningarna genomfört utifrån utsläppsdata för linjerna i Tabell 6. Utsläppen från dessa linjer är enligt Pågen AB representativa även för andra linjer, enligt följande:

- Utsläppen vid Linje 37 gäller dessa även vid Linje 35 och Linje 20
- Utsläppen vid Linje 53 gäller dessa även vid Linje 52, Linje 60 och Linje 62
- Utsläppen vid Linje 61 gäller dessa även vid Linje 50 och Linje 51

Spridningsberäkningar för Pågen AB har därav genomförts för sammanlagt 11 linjer, se Bilaga A. Viktigt att beakta är att även om utsläppsdata för Linje 37, Linje 53 och Linje 61 anses som representativ för övriga linjer, kan det förekomma skillnader mellan linjernas gasflöden, temperatur samt utsläppets riktning.

Tabell 7. Utsläppsdata använda i spridningsberäkningarna vid normal drift – sammanställning vid Kahls Kaffe

Position	Benämning	Luktflöde (10 ⁶ le/h)	Luktkonc. (le/m ³)	Gasflöde (m ³ /h)	Utsläppshöjd, etc (m)
1	Rostning	4,6	770	6 000	27
2	Kylning	843,3	46 850	18 000	15

7.2 Åtgärdsscenarioer

Eftersom utsläppen för nuvarande situation ligger på hög nivå har effekten av antagna åtgärder beräknats. Föreslagen åtgärd för Pågens är att samla upp flödena med ett gemensamt utsläpp via en skorsten med en höjd på mellan 50 – 60 meter ovan mark. Skorstenen beräknas få en diameter på ca 1,3 meter och rökgashastigheten vid fulldrift på drygt 17 meter per sekund).

Spridningsberäkningar för respektive utsläppskälla har utförts vilket visar att utsläppskälla 2 (kylning) vid Kahls Kaffe bör åtgärdas för att uppnå en godtagbar luktnivå inom de planerade områdena. Den första antagna åtgärden (åtgärdsscenario 1) innebär uppsamling av Pågens samtliga utsläpp och utspädning av dessa via en skorsten på 50 meter ovan marknivå, samt ökad skorstenshöjd till 40 meter för utsläppskälla 2 vid Kahls Kaffe.

Ger inte denna åtgärd önskvärt resultat är det antaget att ytterligare åtgärder måste vidtas och då gäller en kombination av rening för utsläppskälla 2 vid Kahls kaffe och utspädning genom ökade skorstenshöjder (åtgärdsscenario 2 – 3).

Det totala luktflödet ligger med åtgärder vid Kahls på omkring $89 \cdot 10^6$ le/h att jämföras med luktflödet före åtgärder som ligger på ca $848 \cdot 10^6$ le/h.

Tabell 8. Utsläppsdata använda i spridningsberäkningarna vid åtgärder som ger 90% rening vid Kahls Kaffe

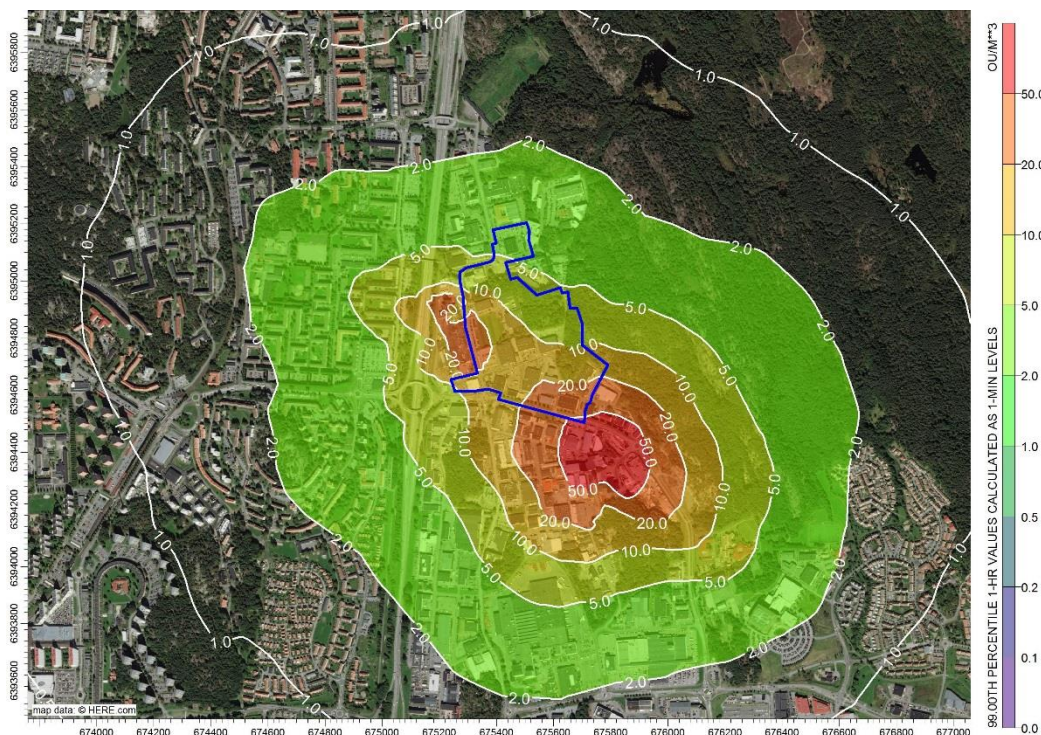
Utsläppspunkt	Benämning	Luktflöde (10^6 le/h)	Luktkonc (le/m ³)	Gasflöde (m ³ /h)
1	Rostning	4,6	770	6 000
2	Kylning	84,33	46 850	18 000

8 Resultat från spridningsberäkningarna

Luktnivåer som redovisas i figurerna 9–20 är i enheten le/m^3 . De motsvarar 99-percentil timmedelvärden beräknade som minutvärden. Aktuellt planområden är markerade med grön linje. För varje utsläppsscenario redovisas resultatet i tre olika höjder: 1,5, 25 och 50 meter.

8.1 Nuvarande situation

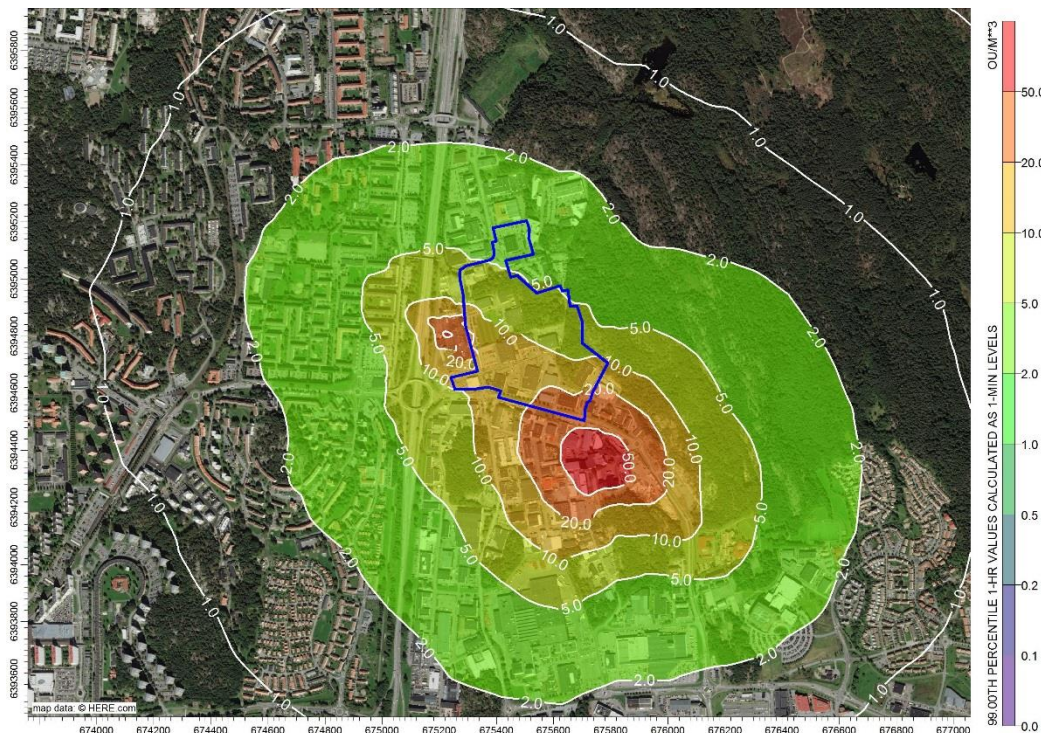
8.1.1 Luktnivå vid 1,5 meter ovan mark



Figur 9. Nuvarande luktsituation 1,5 meter ovan mark. Luktnivåerna redovisas som timmedelvärden (99-percentil) beräknade som minutvärden. Planområdet markeras med blå linje.

Resultatet visar att luktnivån i marknivå i det närmsta området vid Pågen och Kahls kaffe ligger båda på $>20 \text{ le}/\text{m}^3$. Tydlig lukt ($> 5 \text{ le}/\text{m}^3$) kan därav förekomma i större delen av planområdet.

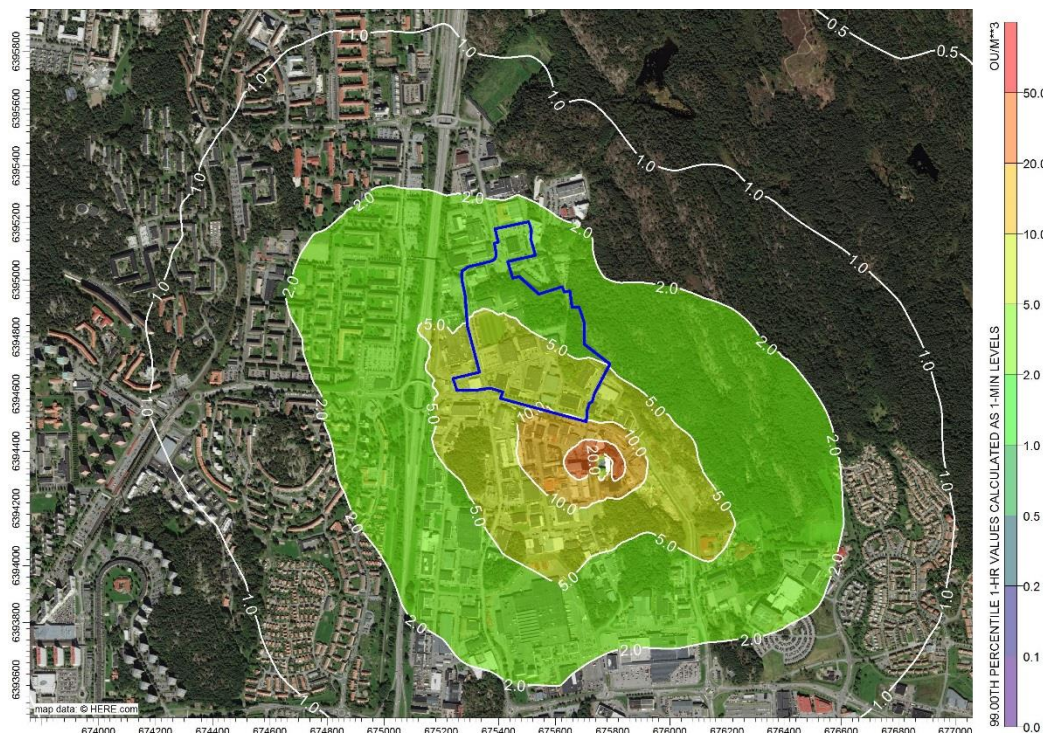
8.1.2 Luktnivå vid 25 meter ovan mark



Figur 10. Nuvarande luktsituation **25 meter ovan mark**. Luktnivåerna redovisas som timmedelvärden (99-percentil) beräknade som minutvärden. Planområdet markeras med blå linje.

Resultatet visar att luktnivån 25 meter ovan mark i området närmast Pågen och Kahls kaffe ligger båda på $>20 \text{ le/m}^3$. Tydlig lukt ($> 5 \text{ le/m}^3$) kan därav förekomma i större delen av planområdet.

8.1.3 Luktnivå vid 50 meter ovan mark



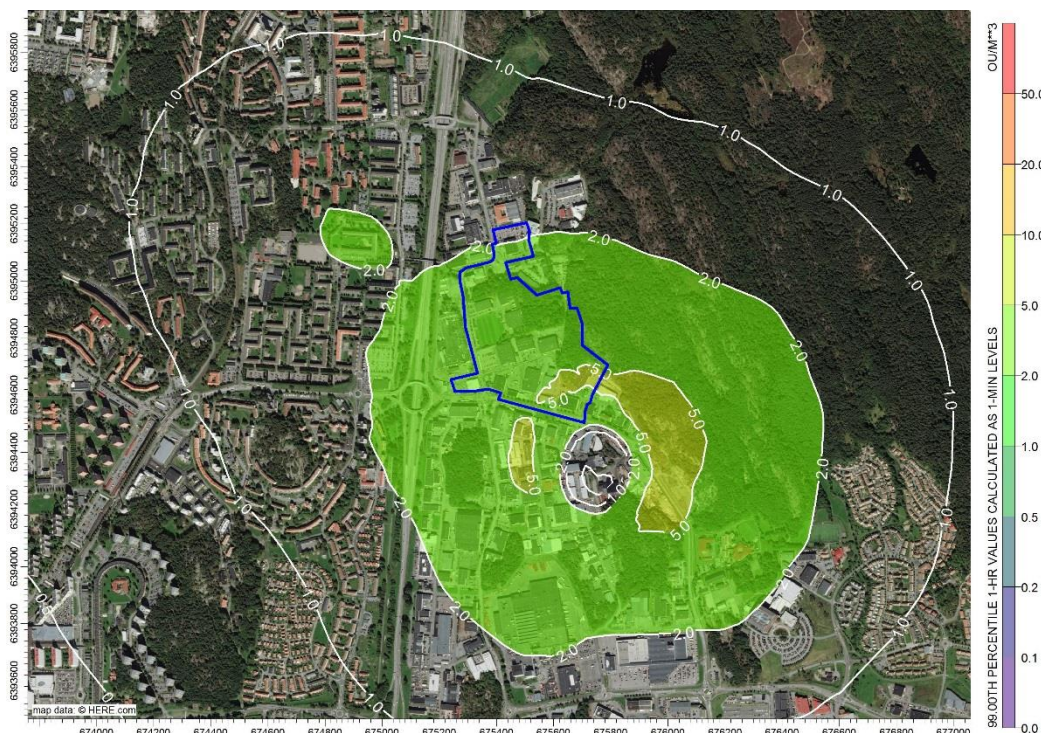
Figur 11. Nuvarande luktsituation 50 meter ovan mark. Luktnivåerna redovisas som timmedelvärden (99-percentil) beräknade som minutvärden. Planområdet markeras med blå linje.

Resultatet visar att luktnivån 50 meter ovan mark i området närmast Pågen och Kahls kaffe ligger båda på $>5 \text{ le/m}^3$. Tydlig lukt ($> 5 \text{ le/m}^3$) kan därav förekomma i större delen av planområdet.

8.2 Åtgärdsscenario 1

I åtgärdsscenario 1 sker uppsamling av utsläpp (1–11) vid Pågen och utspädning via en skorsten på **50 meter** ovan marknivå och utspädning via en skorsten på **40 meter** ovan marknivå för utsläppskälla 2 (kylluften) vid Kahls kaffe.

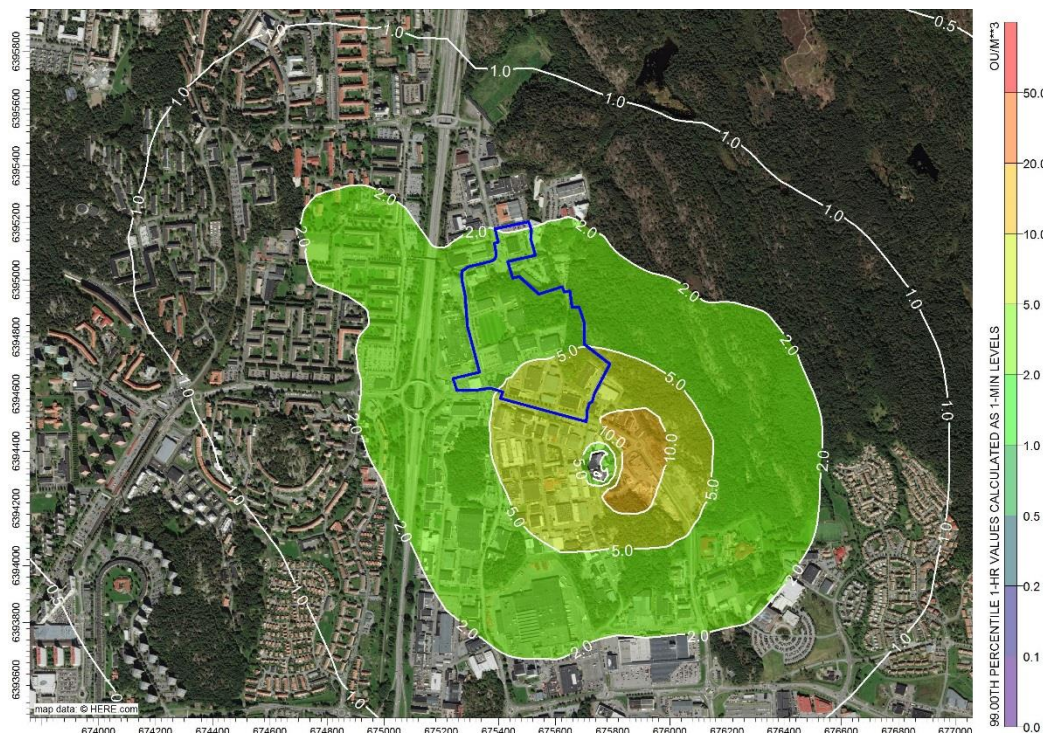
8.2.1 Luktnivå vid 1,5 meter ovan mark



Figur 12. Luktsituation **1,5 meter ovan mark** vid genomförande av **åtgärdsscenario 1**. Luktnivåerna redovisas som timmedelvärden (99-percentil) beräknade som minutvärden. Planområdet markeras med blå linje.

Resultatet visar att luktnivån i marknivå i det närmsta området vid Pågen och Kahls kaffe ligger på omkring 2 le/m³ respektive 5 le/m³. Tydlig lukt (> 5 le/m³) kan förekomma i den sydöstra delen av planområdet som angränsar till Kahls kaffe.

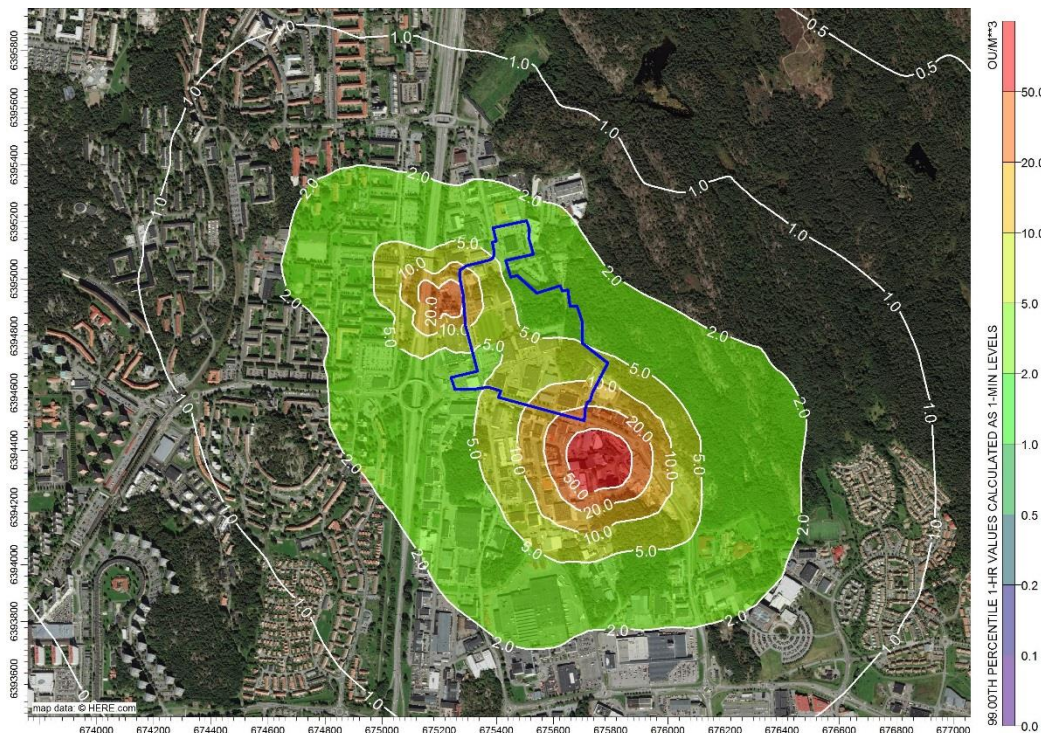
8.2.2 Luktnivå vid 25 meter ovan mark



Figur 13. Luktsituation 25 meter ovan mark vid genomförande av åtgärdsscenario 1. Luktnivåerna redovisas som timmedelvärden (99-percentil) beräknade som minutvärden. Planområdet markeras med blå linje.

Resultatet visar att luktnivån 25 meter ovan mark i området närmast Pågen och Kahls kaffe ligger på omkring 2 le/m³ respektive >5 le/m³. Tydlig lukt (> 5 le/m³) kan förekomma i den sydöstra delen av planområdet som angränsar till Kahls kaffe.

8.2.3 Luktnivå vid 50 meter ovan mark



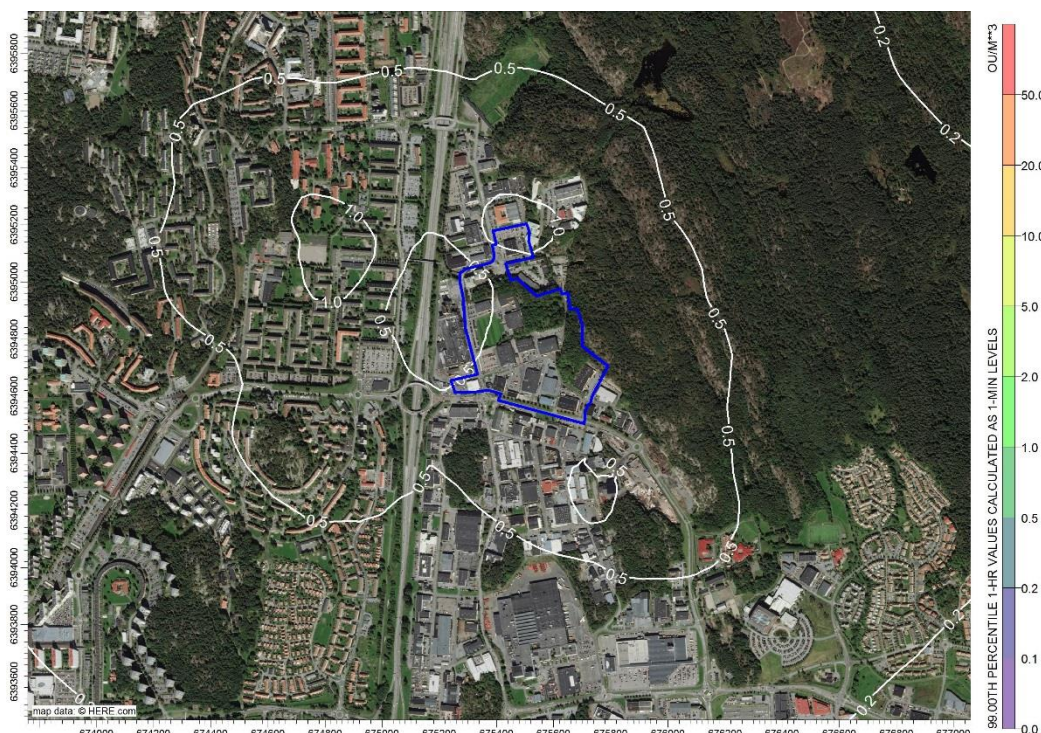
Figur 14. Luktsituation 50 meter ovan mark vid genomförande av åtgärdsscenario 1.
Luktnivåerna redovisas som timmedelvärden (99-percentil) beräknade som minutvärden.
Planområdet markeras med blå linje.

Resultatet visar att luktnivån 50 meter ovan mark i området närmast Pågen och Kahls kaffe ligger på omkring 10 le/m³ respektive 20 le/m³. Tydlig lukt (> 5 le/m³) kan förekomma i större delen av planområdet.

8.3 Åtgärdsscenario 2

I åtgärdsscenario 2 sker uppsamling av utsläpp 1–11 vid Pågen och utspädning via en skorsten på **50 meter** ovan marknivå rening av lukt med 90 % för utsläppskälla 2 (kylluften) vid Kahls kaffe med skorstenshöjd på **40 meter** för utsläppskälla 2 (kylluften).

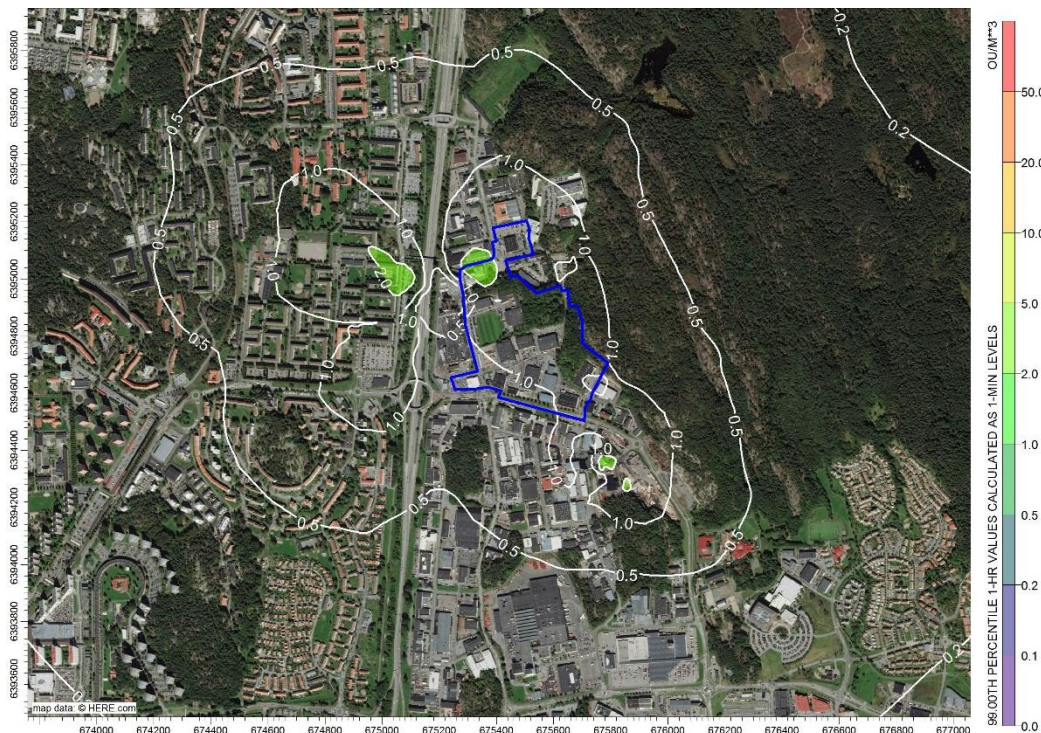
8.3.1 Luktnivå vid 1,5 meter ovan mark



Figur 15. Luktsituation **1,5 meter ovan mark** vid genomförande av **åtgärdsscenario 2**. Luktnivåerna redovisas som timmedelvärden (99-percentil) beräknade som minutvärden. Planområdet markeras med blå linje.

Resultatet visar att luktnivån i marknivå i det närmsta området vid Pågen och Kahls kaffe ligger båda på omkring 0,5 le/m³, vilket innebär en godtagbar luktmiljö i hela planområdet.

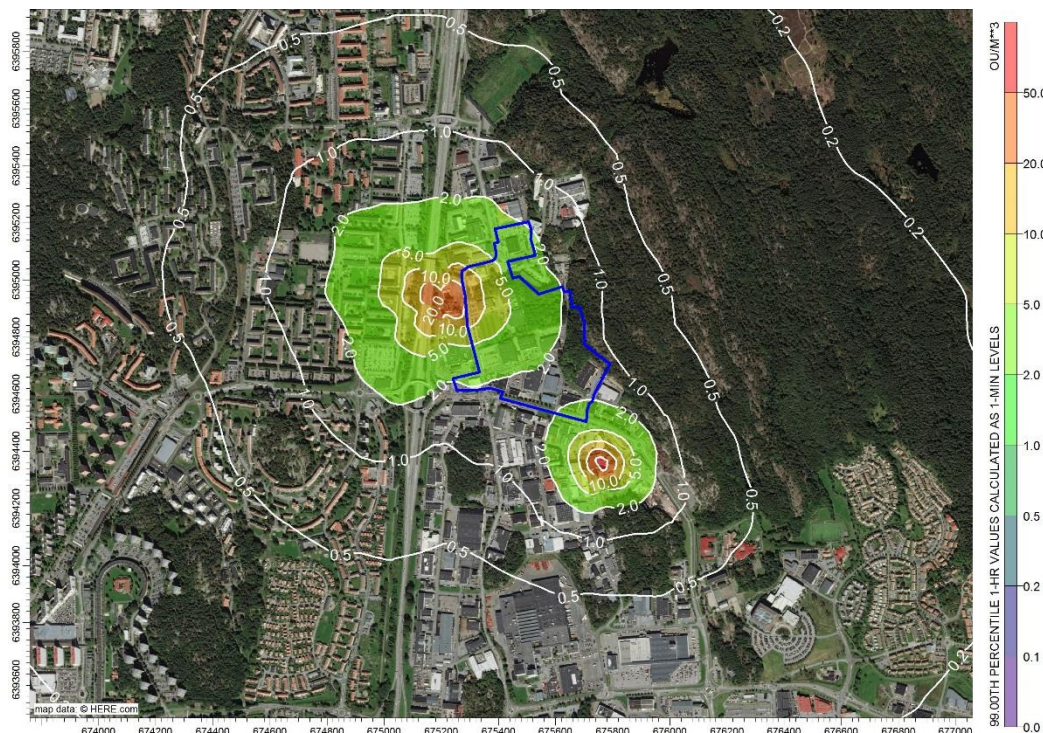
8.3.2 Luktnivå vid 25 meter ovan mark



Figur 16. Luktsituation 25 meter ovan mark vid genomförande av åtgärdsscenario 2. Luktnivåerna redovisas som timmedelvärden (99-percentil) beräknade som minutvärden. Planområdet markeras med blå linje.

Resultatet visar att luktnivån 25 meter ovan mark i området närmast Pågen och Kahls kaffe ligger båda på omkring 1 le/m^3 , vilket innebär en godtagbar luktmiljö i hela planområdet.

8.3.3 Luktnivå vid 50 meter ovan mark



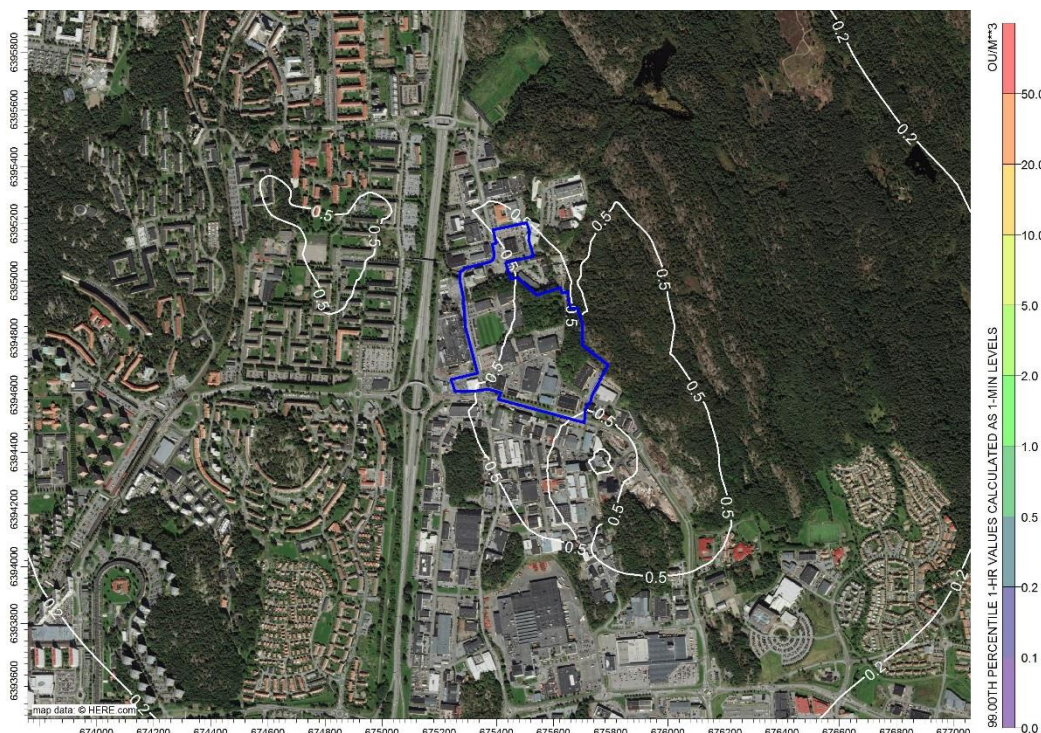
Figur 17. Luktsituation 50 meter ovan mark vid genomförande av åtgärdsscenario 2. Luktnivåerna redovisas som timmedelvärden (99-percentil) beräknade som minutvärden. Planområdet markeras med blå linje.

Resultatet visar att luktnivån 50 meter ovan mark i området närmast Pågen och Kahls kaffe ligger på omkring 10 le/m³ respektive 2 le/m³. Tydlig lukt (> 5 le/m³) kan förekomma i den västra delen av planområdet som angränsar till Pågen.

8.4 Åtgärdsscenario 3

I åtgärdsscenario 3 sker uppsamling av utsläpp 1–11 vid Pågen och utspädning via en skorsten på **60 meter** ovan marknivå samt rening av lukt med 90 % för utsläppskällan 2 (kylluften) vid Kahls kaffe med skorstenshöjd på **40 meter** för utsläppskälla 2 (kylluften).

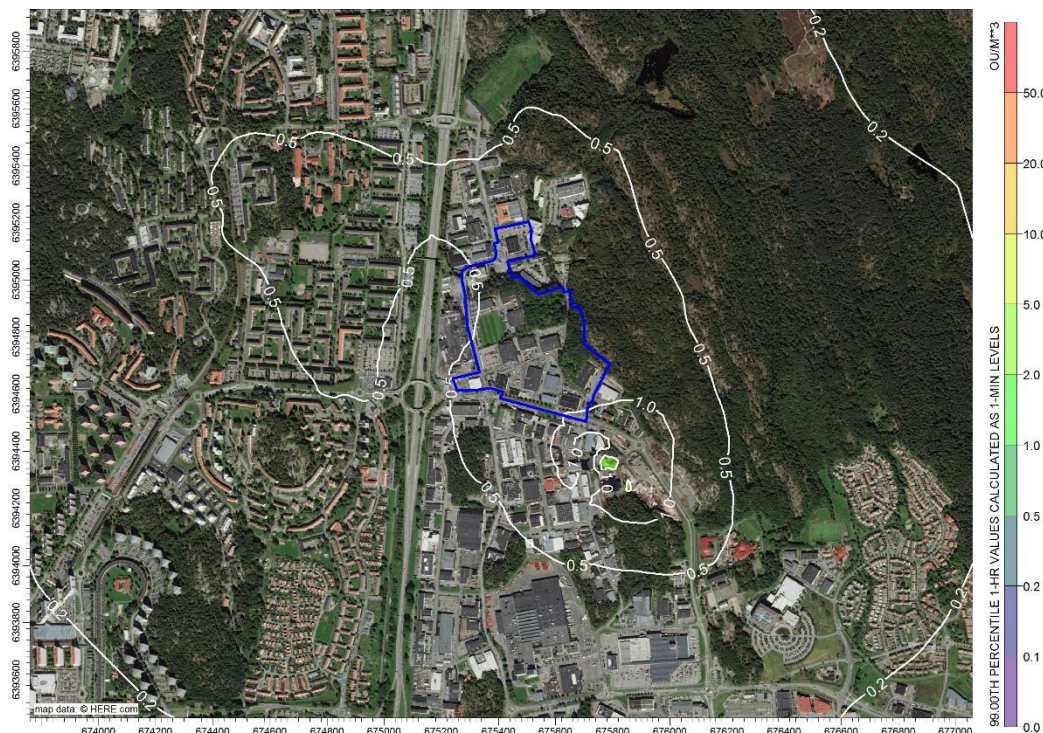
8.4.1 Luktnivå vid 1,5 meter ovan mark



Figur 18. Luktsituation **1,5 meter ovan mark** vid genomförande av **åtgärdsscenario 3**. Luktnivåerna redovisas som timmedelvärden (99-percentil) beräknade som minutvärden. Planområdet markeras med blå linje.

Resultatet visar att luktnivån i marknivå i det närmsta området vid Pågen och Kahls kaffe ligger båda på omkring 0,5 le/m³, vilket innebär en godtagbar luktmiljö i hela planområdet.

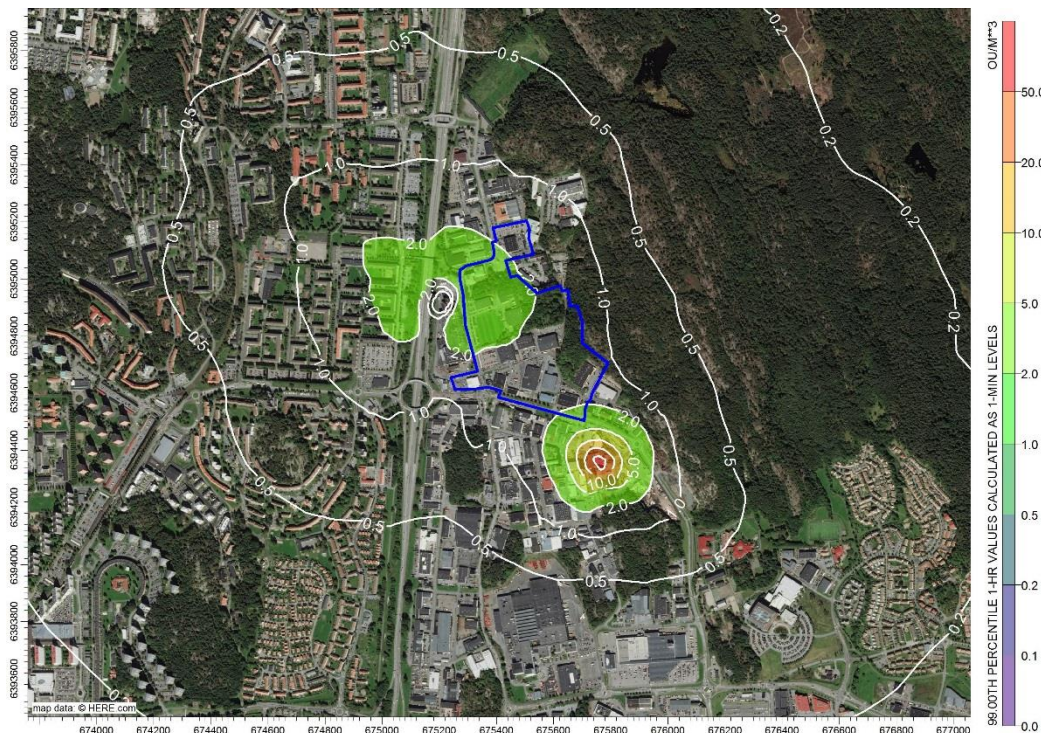
8.4.2 Luktnivå vid 25 meter ovan mark



Figur 19. Luktsituation 25 meter ovan mark vid genomförande av åtgärdsscenario 3. Luktnivåerna redovisas som timmedelvärden (99-percentil) beräknade som minutvärden. Planområdet markeras med blå linje.

Resultatet visar att luktnivån 25 meter ovan mark i området närmast Pågen och Kahls kaffe ligger båda på omkring 1 le/m³, vilket innebär en godtagbar luktmiljö i hela planområdet.

8.4.3 Luktnivå vid 50 meter ovan mark



Figur 20. Luktsituation 50 meter ovan mark vid genomförande av åtgärdsscenario 3. Luktnivåerna redovisas som timmedelvärden (99-percentil) beräknade som minutvärden. Planområdet markeras med blå linje.

Resultatet visar att luktnivån 50 meter ovan mark i området närmast Pågen och Kahls kaffe ligger på omkring 2 le/m³ respektive 1 le/m³, vilket tangerar den högsta omgivningshalten för godtagbar luktmiljö i planområdet.

9 Sammanfattande bedömning

Stadsbyggnadskontoret i Göteborg stad planerar bygga upp en delvis ny stadsdel i närområdet till Pågen AB och Kahls kaffe. Det föreslagna detaljsområdet innebär att många nya personer kommer att flytta in till området. Luktprovtagning har därför genomförts av ÅF vid Pågen AB och Kahls kaffe, och från resultatet av luktprovtagning har spridningsberäkningar utförts på utsläpp av luktande föreningar vid anläggningarna.

Konsultgruppen (ÅF och Sweco) föreslår att luktfrihet inte är en nödvändighet kring anläggningarna trots att nya bostäder skall byggas och många nya flyttar in området. Istället föreslås för bageriverksamheten att man i första hand har en målsättning som innebär en högsta omgivningshalt om 1–2 l.e./m³. Vad gäller luktbidraget från kylluften vid Kahls kaffe förslås ett något lägre luktbidrag det vill säga 0,5–1 l.e./m³.

Resultaten från spridningsberäkningarna visade att under nuvarande utsläppssituation riskerar tydlig lukt att förekomma inom en stor del av det planerade detaljplaneområdet. För att begränsa påverkan av lukt från verksamheterna togs ett flertal åtgärder fram och utifrån föreslagna åtgärder genomfördes ett flertal åtgärdsscenario med hjälp av spridningsberäkningar.

Spridningsberäkningarna för åtgärdsscenario 1 innefattade uppsamling av utsläpp och utspädning via en skorsten på 50 meter ovan marknivå vid Pågen samt utspädning via en skorsten på 40 meter ovan marknivå för utsläppskälla 2 (kylluften) vid Kahls kaffe. Detta gav en bra reduktion av lukt i jämförelse med nuläget, men gav inte en godtagbar luktmiljö inom planområdet, varken i mark- eller taknivå. För att ytterligare förbättra situationen genomfördes åtgärdsscenario 2, som förutom föreslagna åtgärder "åtgärdsscenario 1" även innefattade rening av lukt med 90 % för utsläppskällan 2 (kylluften) vid Kahls kaffe. Resultat visade på en helt godtagbar luktmiljö i marknivå och taknivå (25 meter), men att lukt kan förekomma på 50 meters höjd inom ett begränsat område inom planområdet.

Bäst luktmiljö uppnåddes med åtgärdsscenariot 3, som innefattade uppsamling av utsläpp och utspädning via en skorsten på 60 meter ovan marknivå vid Pågen samt rening av lukt med 90 % för utsläppskällan 2 (kylluften) vid Kahls kaffe med skorstenshöjd på 40 meter för utsläppskälla 2 (kylluften). Detta scenario gav en godtagbar luktmiljö i det aktuella planområdet i både mark- och taknivå (25 och 50 meter).

En grov kostnadsberäkning av föreslagna åtgärder vid respektive anläggning. För Pågen AB bedöms investeringskostnaden för en 50 - 60 m hög fristående skorsten bli inom intervallet 2–5 MSEK inklusive fundament och anslutningar. Kostnadsdrivande är hur komplicerat arbetet med anslutningarna från de olika ugnarna på taket är och antalet rökrör i skorstenen.

För Kahls kaffe föreslås en kombination av rening och skorstensförhöjning. En ökad skorstenshöjd för kylluften till 40 meter innebär investering om i nivån 2 – 3 MSEK. För rening av kylluften med 90 % kan aktivt kolfilter användas. Investeringskostnaden för ett aktiverat kolfilter är i storleksordningen 2–3 MSEK. En total investeringskostnad för föreslagna åtgärder vid Kahls kaffe uppgår till omkring 4–6 MSEK.

10 Referenser

Göteborgs stad. (2014). Miljöförvaltningen - Rapport från tillsynsbesök den 19 december 2014 på Pågen AB. Diarienummer: 12029/14.

Göteborgs Stad. (2015). Miljöförvaltningen - Rapport från tillsynsbesök den 4 juni 2015 på Kahls Kaffe AB. Diarienummer: 05159/15.

Länsstyrelsen Göteborgs och Bohus län. (1995). Tillstånd enligt miljöskyddslagen för kaffe på Kahls Kaffe AB - Beslut 1995-01-10. Diarienummer 2410-10791-94

Miljöassistans. (2017). Pågen AB Göteborgsanläggningen – Spridningsberäkning avseende koncentrationer av luktande ämnen i bagerianläggningens närområde

Mars, J. (2006). Redovisning av utredning avseende lukt från anläggningen i V.Frölunda. Pågen AB. Göteborg: ÅF-Process AB.

SFS 1998:808. Miljöbalken. Stockholm: Miljödepartementet

ÅF-Infrastructure AB. (2017). Åtgärder och kostnader för att reducera lukt vid Olof Asklunds gata.

Bilaga A Luktrapport Olof Asklunds gata

Handläggare
Sten-Åke Barr
Tel
0105053193
Mobil
+46705647621
E-post
sten-ake.barr@afconsult.com

Datum
2017-12-07
Projekt-ID

För Sweco

Åtgärder och kostnader för att reducera lukt vid Olof Asklunds gata



ÅF-Infrastructure AB

Sten-Åke Barr

Markus Olofsgård

1(29)

RAPPORT
2018-01-08
RAPPORT
LUKTUTREDNING OLOF ASKLUNDS GATA

Innehållsförteckning

1	<u>Inledning</u>	5
2	<u>Bakgrund</u>	5
3	<u>Lukt</u>	5
3.1	<u>Allmänt</u>	5
3.2	<u>Lukt och luktbesvär</u>	6
3.3	<u>Omgivningsriktvärden</u>	7
3.4	<u>Relevant målsättning inom det aktuella området</u>	8
4	<u>Genomförande</u>	9
4.1	<u>Provtagningsmetodik</u>	9
4.2	<u>Analysmetodik</u>	10
4.3	<u>Användning av mätdata</u>	12
5	<u>Luktmätningar</u>	12
5.1	<u>Pågens AB</u>	12
5.2	<u>Kahls Kaffe</u>	14
6	<u>Luktbegränsande åtgärder</u>	15
6.1	<u>Allmänt</u>	15
6.2	<u>Externa åtgärder</u>	15
6.3	<u>Förbättrad spridning</u>	24
6.4	<u>Sammanställning av olika reningsmetoder</u>	24
6.5	<u>Förslag till luktreducerande åtgärder</u>	26
7	<u>Kostnader för diskuterade åtgärder</u>	27
7.1	<u>Beräkningsförutsättningar</u>	27
7.2	<u>Kostnadsberäkning Pågens</u>	28
7.3	<u>Kostnadsberäkning Kahls Kaffe</u>	28
8	<u>Diskussion</u>	29

Sammanfattning

På uppdrag av Sweco har ÅF utfört föreliggande utredning rörande luktmätning och potentiella åtgärder för att förbättra luktsituationen vid Olof Asklunds gata i Göteborg.

Med utgångspunkt från luktmätningar vid Pågens AB och Kahls Kaffe har olika åtgärder studerats och kostnader grovt beräknats. Som stöd vid valet av åtgärder och kombinationer av åtgärder har Swecos spridningsberäkningar varit.

Som konstaterats i utredningen råder speciella omständigheter vid luktemission från bagerier och kafferosterier eftersom de flesta är ju bekanta med såväl bagerilukt och kaffelukt och de allra flesta har en positiv association till båda lukterna.

I detta fall planerar man bygga upp en delvis ny stadsdel i närområdet till anläggningarna. Detta betyder att många nya personer kommer att flytta in till området. Den enda avvikelsen mot de angenäma och välbekanta lukterna är kylluften från kafferosteriet som är förhållandevis från när den emitteras orenad.

Av ovanstående orsaker föreslår konsultgruppen (ÅF och Sweco) att luktfrihet (omgivningshalter ($< 0,2-0,5 \text{ l.e./m}^3$) inte är en nödvändighet kring anläggningarna trots att nya bostäder skall byggas och många nya flyttar in området.

Istället föreslås för bageriverksamheten att man i första hand har en målsättning som innebär en högsta omgivningshalt om $1-2 \text{ l.e./m}^3$. Vad gäller luktbidraget från kylluften förslås ett något lägre luktbidrag det vill säga $0,5 - 1 \text{ l.e./m}^3$.

De diskuterade åtgärderna omfattar för Pågens AB en förhöjd utsläppspunkt (skorsten) om 50 – 60 m.

För Kahls Kaffe kan en kombination av rening och skorstensförhöjning vara ett alternativ.

En förbränningsväxlare för ett flöde om $18\,000 \text{ Nm}^3$ kostar i nivå 7-10 MSEK att upphandla. Härtill kommer kostnader för anslutningar, eventuell förstärkning av byggnader och fundament. Driftskostnaden är hög.

Investeringskostnaden för ett aktiverat kolfilter är i storleksordningen 2 -3 MSEK. Driftskostnaden beror i första hand på hur ofta man behöver byta kol. För att utröna detta och funktionen i övrigt behöver man sannolikt genomföra pilottester.

En skorsten innebär investering om i nivå 2 – 3 MSEK.

Rening av kylluften är dock förknippade med höga kostnader oavsett om termisk oxidation eller kolfilter kommer att användas.

Istället bör man överväga att på sikt byta ut befintlig roster till en roster med efterföljande rening där reningen av kylluft är integrerad med reningen från rostern.

En sådan lösning måste betraktas som bättre ur ett hållbarhetsperspektiv eftersom den totala energikostnaden och materialförbrukningen då reduceras.

Det bör noteras att förutsättningarna för att installera en sådan roster inte ingår i detta arbete.

1. Inledning

På uppdrag av Sweco har ÅF utfört föreliggande utredning rörande luktmätning och potentiella åtgärder för att förbättra luktsituationen vid Olof Asklunds gata i Göteborg. Studien utgår från tidigare kartläggning av luktutsläpp från Pågens AB samt nu genomförda luktmätningar vid Kahls Kaffe och de spridningsberäkningar som utförts av Sweco.

Ansvarig för föreliggande rapport är civ. ing. Sten-Åke Barr. Ansvarig för luktmätningar och analys har varit civ. ing. Markus Olofsgård.

2. Bakgrund

Detaljplanering av området öster om Olof Asklunds gata i Göteborg pågår och inom ramen för detta arbetet har frågan om lukt i området diskuterats eftersom bostäder planeras att byggas i området nära Pågens AB och Kahls Kaffe.

Av denna anledning har en luktutredning genomförts.

Inom ramen för luktutredningen syftar föreliggande rapport till att presenteras utförda luktmätningar inom ovannämnda verksamheter samt presentera tekniska tänkbara åtgärder för att reducera luktpåverkan i omgivningen samt kostnadsuppskattning för dessa åtgärder.

3. Lukt

3.1 Allmänt

Luktande föroreningar är ett samlingsbegrepp för en mängd olika kemiska föreningar. Dessa kännetecknas av att de kan förnimmas med luktsinnet, ofta i halter som är mycket lägre än där medicinska effekter kan riskeras.

Mekanismerna bakom lukttupplevelser är inte klarlagda fullt ut. Därför kan man inte konstruera ett tillförlitligt mätinstrument för lukt. Alla luktmätningar måste därför göras sensoriskt och relateras till subjektiva lukttupplevelser. Det finns dock en svensk, och tillika europeisk, standard för hur en sådan mätning skall gå till (SS-EN 13725).

En lukts förnimbarhet uttrycks vanligen med ett tröskelvärde (mg/m^3) som motsvarar en luktenhet per kubikmeter ($1 \text{ l.e.}/\text{m}^3$). Tröskelbestämningar ger värdefulla upplysningar, t.ex. vid kontroll av källstyrkan hos luktavgivande processer och beräkning av luktutsläppens geografiska spridning. Lukttröskelvärdet $1 \text{ l.e.}/\text{m}^3$ definieras som den halt där 50 % av befolkningen kan förnimma lukt.

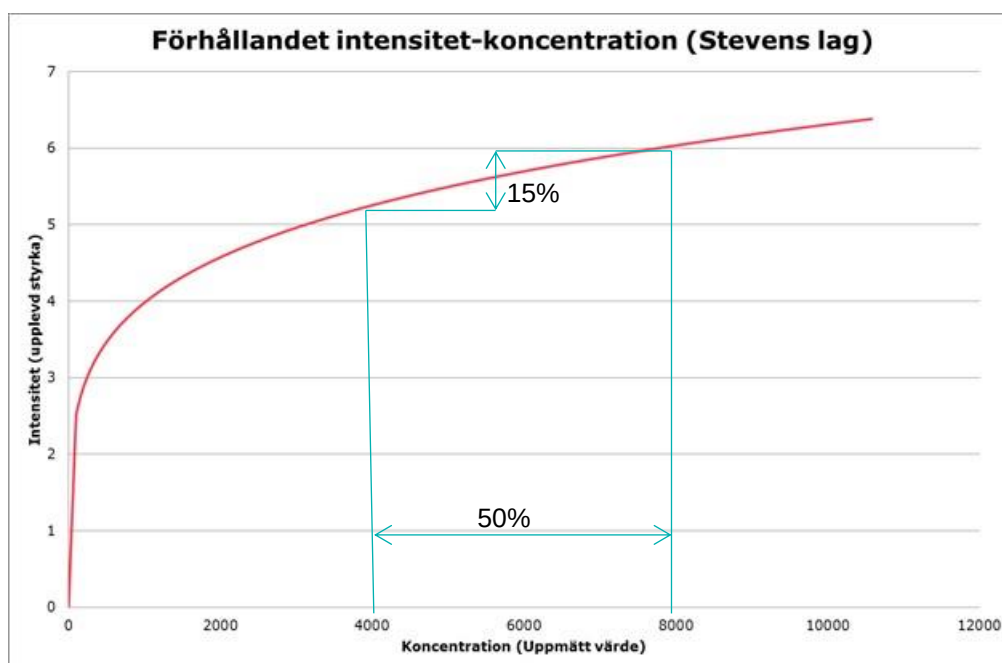
När väl en lukt kan förnimmas växer den upplevda luktintensiteten (styrkan) med ökande koncentration av ämnet, men i allt lägre takt ju högre koncentrationen blir, se följande Figur 3-1.

Förhållandet mellan intensitet, upplevd luktstyrka och koncentration, le/m^3 är olika för olika lukter men kan generellt beskrivas med Stevens lag enligt

$$I = k * C^n \quad 0,2 < n < 0,8$$

Där I är intensitet och C koncentration. Konstanterna k och n är specifika för respektive lukt. I Figur 0-1 nedan är n satt till 0,2 vilket ger maximalt logaritmiskt förhållande. Erfarenhet visar att förhållandet tenderar att vara mer logaritmiskt ju obehagligare lukten anses vara.

En minskning av halten luktande ämnen har därför sin största effekt vid låga halter medan samma minskning vid höga halter kan ge en bara obetydlig effekt på den upplevda luktstyrkan. Detta betyder också att om man vill reducera luktupplevelsen med 15 % måste emissionen reduceras mer, enligt följande figur med 50 %.



Figur 0-1 Upplevd luktintensitet (styrka) som funktion av koncentrationen.

En av de viktigaste faktorerna som påverkar luktkänsligheten är tillvänjnings- och uttröttningsfaktorerna.

3.2 Lukt och luktbesvär

Hur ofta det luktar är kanske den faktor som är viktigast när det gäller klagomål. Enligt tidigare observationer så sker klagomål på lukt då luktfrekvensen överskrider en eller ett par procent av tiden. Detta påverkas dock av faktorer som karaktären på lukten.

Även luktstyrkan har stor betydelse på klagomålförekomsten. Med luktstyrkan menas koncentrationen av lukt och hur många gånger över lukttröskeln som lukten förekommer. Då luktupplevelsen är en momentan reaktion väljer man ofta att bedöma minutmedelvärden av luktförhållanden kring en anläggning och ansätter då acceptabla nivåer till mellan 2 och 10 l.e/m³ som maximala tolererbara nivåer.

Om en lukt upplevs som farlig eller obehaglig sker klagomål tidigare än om man har en positiv association till lukten. Detta innebär bland annat att klagomål på lukt sällan förekommer kring bagerier som ju de flesta har en positiv association till. Däremot sker klagomål ofta om det luktar avfall eller någon kemisk substans. Exempelvis sker klagomål enligt ÅF:s erfarenhet vid lägre luktconcentration om reducerade svavelföreningar, t.ex. svavelväte, förekommer. Vilket sker vid reningsverk och biogasanläggningar.

Vidare kan nämnas att ortsvanligheten påverkar klagomålsfrekvensen. Det kan exemplifieras genom de industriorter med sulfatcellulosabruk vilka luktar starkt men där det inte förekommer klagomål beroende på att alla vet vad som luktar och att många kanske har sin utkomst från verksamheten. Dessutom så blir luktsinnet utmattat av att ständigt känna denna lukt varför upplevelsen då försvinner. Den kommer tillbaka först när man lämnat orten för ett tag och återvänder.

Även lukthistoriken påverkar ofta klagomålsfrekvensen. Det betyder att har det under någon period förekommit stora luktstörningar lever detta kvar hos kringboende under lång tid. Det gör att man reagerar tidigare vid nästa incident och således måste lukten reduceras mer än vad som annars hade krävts. På samma sätt reagerar ofta kringboende om det sker en förändring i karaktären på lukten.

För att uppskatta luktbeläggningen i ett område och hur stor utbredning det luktande området har kan spridningsmeteorologiska beräkningar göras med utgångspunkt från kännedom om luktutsläppets källstyrka.

3.3 Omgivningsriktvärden

De framräknade och redovisade värdena i denna studie utgör de maximala, det vill säga de beskriver var de högsta halterna förekommer som 99-percentil. Detta innebär att under 99 % av alla minutmedelvärden underskrider de framräknade värdena. Orsaken till att man i luktsammanhang arbetar med så korta tidsupplösningar är för att korrigera mot näsans nära momentana reaktion.

Man kan i sammanhanget fråga sig vilka luktnivåer i omgivningen man då skall välja att jämföra mot i dessa beräkningar. I Sverige finns dock inga generella regler för lukt från olika verksamheter. I Sverige använde man fortfarande uttalande från Naturvårdsverket från början på 1980-talet som säger att *"klagomål på lukt förekommer om lukttröskeln överskrider en eller ett par procent av tiden"*. Därför har man i Sverige under många år diskuterat luktfrekvenser. Det man kan notera är att de förhållanden som rådde i början av 1980-talet har ändrats. Idag förekommer klagomål vid lägre luktfrekvenser än vad man då ansåg vara acceptabel nivå.

I Danmark däremot används generella riktvärden vad gäller acceptabel maximal lukt-koncentration vid bostäder. Enligt den danska vägledningen (*Miljöstyrelsen, 1985, Begrensning af lugtgener fra virksomheter*) skall skorsten och/eller reningsåtgärder utformas så att maximala koncentrationer av luktande ämnen (som minutmedelvärden) inte överskrider en nivå om 5-10 gånger lukttröskeln, dvs. 5-10 l.e./m³.

I industriområden kan under vissa omständigheter högre koncentrationer accepteras. I andra länder använder man liknande begränsningar. I följande tabell redovisas några exempel på detta.

Tabell 3-1 Omgivningsgränsvärden för lukt

Område/region/land	Omgivningsgränsvärde (l.e./m ³)	Medelvärdestid	Percentil	
Danmark	5 – 10	En minut	99	
Norge	1-2	En timme	99	
San Diego WWTP	5	Fem minuter	99,5	
Tyskland	1	En timme	99,9	
Holland	1-5	En timme	98	

För att kunna jämföra de i denna rapport framräknade omgivningshalterna med de danska riktvärdena har samma medelvärdestid och samma percentil använts i dessa beräkningar. Det kan även nämnas att de norska riktvärdena är jämförbara med de danska om man räknar om dessa till samma medelvärdestid.

3.4 Relevant målsättning inom det aktuella området

Då det saknas relevanta omgivningsriktvärden för Sverige har en jämförelse med Danmark och Norge använts i denna studie bland annat beroende på att de meteorologiska förhållandena är jämförbara.

Vid de omgivningsgränsvärden för lukt som gäller i Danmark kan lukt förnimmas kring verksamheten men på en acceptabel låg nivå. I stadsmiljön förekommer dessutom andra luktkällor som ofta döljer lukthalter i denna nivå exempelvis trafik och småskalig vedeldning.

Praktiska erfarenheter från luktmätningar, utförda spridningsberäkningar och korrelationer av resultat visar på att närboende upplever luktfrihet först när haltnivån underskrider 0,2-0,5 l.e./m³ vid en opåverkad miljö och en minuts samplingstid. Detta har sannolikt att göra med att luktupplevelsen är momentan och väsentligt kortare än en minut. Man tar också hänsyn till de osäkerheter som oundvikligen förekommer i samband med luktanalysen.

Vid den luktkoncentration som gäller enligt de danska omgivningsvärdena är den acceptabla luktkoncentrationen $\leq 5 \text{ l.e./m}^3$, en nivå som för de flesta ger en tydlig luktpplevelse om inte andra störande källor förekommer.

I detta fall planerar man bygga upp en delvis ny stadsdel i närområdet till anläggningarna. Detta betyder att många nya personer kommer att flytta in till området. De flesta är ju bekanta med såväl bagerilukt och kaffelukt och de allra flesta har en positiv association till båda lukterna. Den enda skillnaden mot de välbekanta lukterna är kylluften från kafferosteriet som är förhållandevis från när den emitteras orenad.

Enligt ÅFs bedömning skall man ändå välja en något högre ambitionsnivå än vad riktlinjerna i Norge och Danmark medger, eftersom 5 l.e./m^3 utgör en tydlig lukt, framförallt för att undvika framtida konflikter.

Sammanfattningsvis föreslår ÅF att luktfrihet inte är nödvändig i omgivningen av dessa verksamheter. För bageriverksamheten föreslås därför att man i första hand har en målsättning som innebär en högsta omgivningshalt om $1\text{-}2 \text{ l.e./m}^3$. Vad gäller luktbidraget från kylluften föreslås ett något lägre luktbidrag det vill säga $0,5\text{-}1 \text{ l.e./m}^3$.

4 Genomförande

För att kunna jämföra omgivningsgränsvärden med de som kan förekomma vid Olofs Askunds gata har inledningsvis en luktkartläggning genomförts vid såväl Pågens AB som Kahls Kaffe. Provtagningen vid Pågens har utförts av dels ÅF 2005 och 2006 med efterföljande analys på ÅFs luktlaboratorium i Göteborg och dels Miljöassistans 2107 med efterföljande analys av Force i Danmark. Provtagningen och luktanalys vid Kahls har utförts av ÅF, Göteborg. Kartläggningen innebär att man mäter luktkoncentrationen i samtliga identifierade positioner som utgör potentiella luktkällor. För varje position erhåller man då ett värde som anger hur många gånger man måste späda den aktuella luften innan luktfrihet uppnås. I det följande presenteras hur luktbestämningen sker.

Det bör nämnas att luktanalysen vid Forces luktlaboratorium i Danmark och ÅFs luktlaboratorium sker luktanalysen enligt olika metoder. I det följande presenteras den metod som används vid ÅFs luktlaboratorium.

4.1 Provtagningsmetodik

För provtagning av lukt krävs olika metodik beroende på om luktkällan sker från en mekaniskt ventilerad utsläppspunkt, tankandning eller från en öppen yta.

Generellt kan nämnas att prover uttas i lufttäta och för ändamålet speciellt anpassade påsar. Med kunskap om flöde och lukttäthet kan emissionen av lukt bestämmas.



Figur 4-1. Provtagningsutrustning

Luften samlas upp och provtagning på den kontrollerade luften utförs varefter avgången av luktämnen kan analyseras.

Resultat från provuttag med provkammor innebär att ett mått på det specifika utsläppet uttryckt som emission lukt/ytenhet erhålles. Med utgångspunkt från resultaten i provutrustningen kan man skala upp emissionen till att gälla hela den aktuella ytan.

Provtagningen går fort och ger ett momentant värde. Därför är det ofta fördelaktigt att säkerställa provet med dubbelprov och kompletterande provtagning vid annat tillfälle.

4.2 Analysmetodik

Den uttagna luften analyseras sedan sensoriskt inom 30 timmar efter provtagningen. Normalt tar man ut minst två prov från varje position för att säkerställa tillförlitligheten.

Den sensoriska analysen sker dels med hjälp av en utspädningsenhet, en så kallad olfaktometer, dels med en "detektionsenhet" bestående av en tränad provpanel. Panelen består av minst fyra personer.

I olfaktometern blandas provgas med spädluft som utgörs av rumstempererad luft.

För varje prov genomförs en spädserie där paneldeltagarna får avgöra vid vilken spädnivå lukt kan förnimmas. Spädserien är så utformad att halten luktämnen successivt ökar. Varje spädserie innehåller minst tre-fyra utspädningar. Panelsvaren noteras av provledaren och spädserien upprepas för varje paneldeltagare.

Med hjälp av provsvaren kan man avgöra koncentrationen av lukt i varje enskilt prov. Provtagning och analys följer den europeiska standarden för lukt, SS-EN 13725. Luktanalysen går till enligt nedanstående figur.



Figur 4-3 Den sensoriska analysen på vårt luktlaboratorium

För varje prov genomförs minst två spädserier där paneldeltagarna får avgöra vid vilken spädnivå lukt kan förnimmas. Spädserien är så utformad att halten lukämnen successivt ökar.

Olfaktometern styrs av ett datorprogram som avgör vilken spädnivå som skall ställas in och fördelar provgasen mellan paneldeltagarna.

Med hjälp av provsvaren kan man avgöra koncentrationen lukt i varje enskilt prov.

Då vi arbetar med det mänskliga luktsinnet begränsas antalet möjliga prover vid ett och samma tillfälle till ca 10 st. eftersom paneldeltagarna i annat fall blir uttröttade.

4.3 Användning av mätdata

Olfaktometern ger ett värde på antal luktenheter per m³ (l.e/m³) vilket motsvarar den spädfaktor där paneldeltagarna precis kan börja förnimma lukt.

Exempel: Resultatet från en analys presenteras i form av de spädnivåer där de enskilda panellisterna kan känna lukt.

Paneldeltagare 1: 2000

Paneldeltagare 2: 1880

Paneldeltagare 3: 2440

Paneldeltagare 4: 2000

Resultat för panelen 2069 o.u/m³ (geometriskt medelvärde). Detta värde motsvarar den nivå där 50% av befolkningen börjar känna lukt.

Om luktkoncentrationen multiplicerat med ett luftflöde (m³/h) erhålles luktblastning per timma (l.e/h).

Resultatet från de olika positionerna har sedan adderats för att få en bild av den totala luktemissionen från anläggningen. Då det är känt att vissa luktämnen förstärker luktupplevelsen och andra minskar den kan man ifrågasätta detta förfarande. I detta fall utgör de viktigaste luktämnena i samtliga positioner svavelväte och merkaptaner varför man enkelt kan addera bidragen från respektive källa.

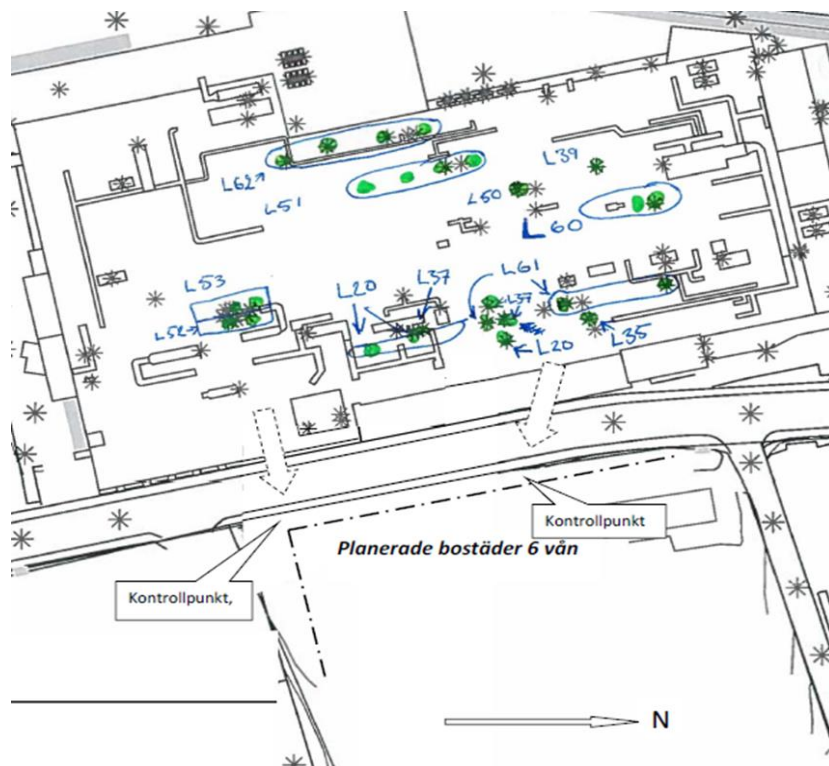
Respektive bidrag har sedan använts i den spridningsberäkning som utförts för att beräkna den maximala koncentrationen av lukt i omgivningen uttryckt som 99 %-il av minutmedelvärden.

5 Luktmätningar

I det följande presenteras utsläppspunkter och mätresultat från de båda verksamheterna som ingår i denna studie.

5.1 Pågens AB

I följande figur redovisas aktuella utsläppspunkter från Pågens anläggning.



Figur 5-1. Utsläppspunkter av lukt vid Pågens. Den angivna L-numreringen avser olika produktionslinjer med utsläppspositionen angivna i grönt.

I följande tabell redovisas resultatet från luktkartläggningen.

Tabell 5-1 Sammanställning av mätresultat lukt från Pågens bageri

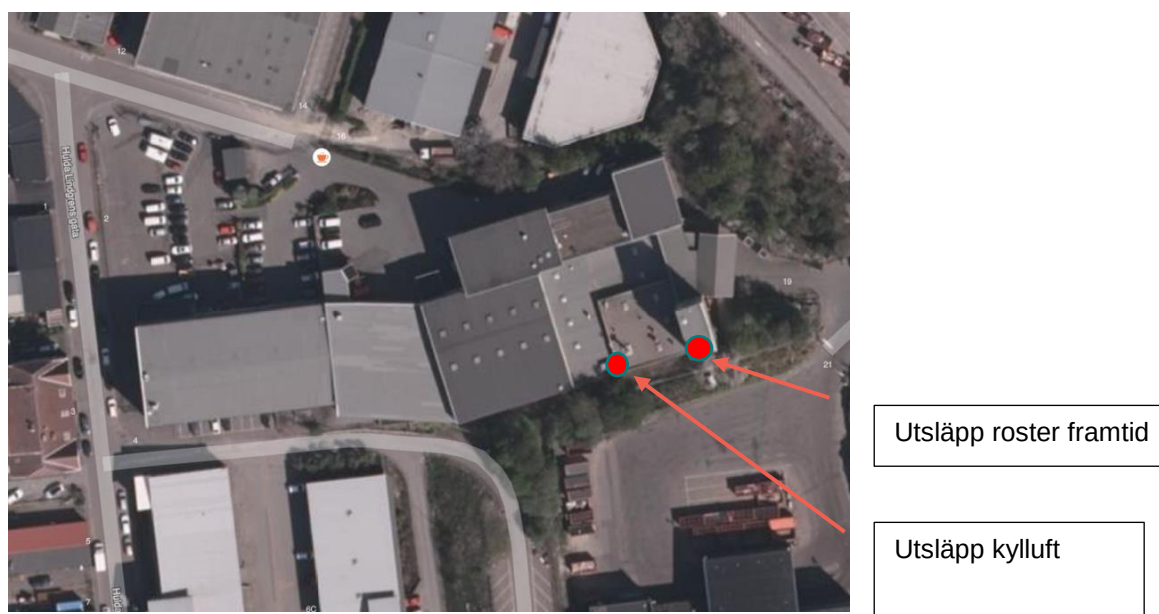
År	Mätpunkt	Temp (°C)	Luftflöde (Nm ³ /h)	Luktkoncent. (l.e/m ³)	Luktemission (Ml.e/h)
2005	L37-1	62	900	47 000	4,3
	L37-2	135	410	102 000	441
	L37-3	76	860	25 500	22
	L37 totalt				67
	L50 totalt	194	2 900	34 000	97
2006	L53	100	1 500	59 000	87
	L60-1	216	690	320	0,2
	L60-2	160	280	240	0,1
	L60 totalt				0,3
	L-61-1	130	550	64 000	35
	L62-2	52	2 900	7 700	22

	L61 totalt				57
2017	L37	41	5 700	140	0,79
	L53	216	720	25 000	18
	L-61-1	141	590	12 000	7,0
	L62-2	21	15 050	260	3,9
	L61 totalt				11

Enligt ÅFs uppfattning underskattas emissionen vid 2017 års mätning då man inte tar hänsyn till faktor(fölsamhetsfaktor) som Force normalt använde i sin metod.

5.2 Kahls Kaffe

I följande figur redovisas aktuella utsläppspunkter från Kahls Kaffe anläggning.



Figur 5-2 Utsläppspunkt lukt från Kahls avseende processluft

I följande tabell redovisas mätresultatet från Kahls kafferosteri.

Tabell 5-2 Sammanställning av mätresultat lukt från Kahls kafferosteri.

Nr	Processteg	Luktkoncentration (l.e/m ³)	Luftflöde (Nm ³ /h)	Emission Mle/h
1	Rostning	770	6 000	4,6
2	Kylning	46 850	18 000	843

6 Luktbegränsande åtgärder

6.1 Allmänt

Minskning av utsläppen av luktande ämnen kan ske genom processförändringar eller genom utsläpps begränsande åtgärder. De senare kan utgöras av processinterna åtgärder eller externa åtgärder.

Inom ramen för denna luktutredning har dock fokus legat på externa åtgärder (avskiljning av luktämnen) och förbättrad spridning av frånluften.

I det följande redovisas generellt vilka tekniker som används kommersiellt för att minska utsläppen av luktande ämnen.

6.2 Externa åtgärder

För rening av processluft innehållande varierande mängder och typer av luktämnen står idag en rad olika reningsmetoder samt kombinationer av dessa till buds. De huvudgrupper som värderats är:

- kondensation
- oxidation
- absorption
- adsorption
- biofiltrering
- ozonisering
- jonisering

I det följande redovisas de olika teknikerna mer i detalj.

6.2.1 Kondensation

Genom att kyla luft innehållande en viss halt av ett ämne kommer så småningom jämviktshalten för gasblandningen i fråga att överskridas. Därmed kan ämnena successivt börja kondensera. Denna princip kan utnyttjas för att avskilja ämnen från en gas.

En komplikation kan uppstå vid kondensering av ämnen som i kondenserad form är trögflytande eftersom dessa kan sätta igen värmeväxlarytor.

Slutsats

Kondensation bedöms inte vara tillämplig för kondensering av vare sig frånluft bagerier eller kylluft från kafferosteri.

6.2.2 Oxidation (förbränning)

Vid förbränning oxideras de organiska ämnena i den förorenade luftströmmen till i huvudsak koldioxid och vatten. Oxidationen kan ske termiskt eller katalytiskt. I det följande ges en beskrivning av förekommande teknik för de båda oxidationsmetoderna.

Vid **termisk förbränning** sker oftast oxidationen inom intervallet 750-1 000°C.

Termisk förbränning eller oxidation kan i detta sammanhang ske med flera olika metoder, dessa utgörs av:

- rekuperativ termisk oxidation
- regenerativ termisk oxidation (förbränningsväxlare)

Vid **rekuperativ termisk oxidation** bör uppehållstiden i förbränningszonen vara 0,3-1,5 sekunder för att uppnå erforderlig destruktion. Reningsgraden i anläggningen styrs av förbränningstemperatur, uppehållstid och blandningsförhållanden i brännkammaren.

För att nedbringa driftskostnaderna för sådana anläggningarna söker man återvinna så mycket av det tillförda värmetsom är tekniskt möjligt och ekonomiskt försvarbart. I konventionella rekuperativa anläggningar sker detta genom att den ingående förorenade luftströmmen värmeväxlas i en luft/luftvärmeväxlare mot den utgående reade luftströmmen. Värmeväxlaren dimensioneras ofta för en temperaturåtertagning på upp till ca 75 %. Temperaturen på ingående luft höjs då till ca 550 °C. Ökningen av temperaturen till förbränningstemperaturen sker normalt med gas- eller oljebrännare, men kan även ske elektriskt.

Ovan nämnda begränsning avseende värmeåtervinning i konventionella anläggningar kombinerat med de höga kostnaderna för denna typ av högtemperaturvärmeväxlare, har lett utvecklingen fram till att det på marknaden idag finns flera typer av anläggningar med högre grad av värmeåtervinning än ovan beskrivna. Dessa anläggningar kallas **regenerativa förbränningsväxlare** och värmeväxlingen sker inte genom konventionell värmeväxling utan genom ackumulering av värme från utgående ström i keramiska material. Genom att luftströmmens riktning genom anläggningen regelbundet växlas kan detta värme återvinnas till upp mot 95 % för flertalet anläggningstyper.

Flera olika systemlösningar finns idag på marknaden. Grundprincipen för denna metod är att man i mitten av bädden upprätthåller en zon på nivån 800-1 000°C, vari en fullständig förbränning sker.

Erforderlig tillsatsenergi tillförs normalt via elektriska värmeelement eller gas (gasol eller naturgas) i mitten av bädden. Flödesriktningen genom bädden skiftas oftast ett par gånger per minut och på ett sådant sätt att det vid förbränningen frigjorda värmets koncentreras till en zon i mitten av bädden. Detta är möjligt eftersom bädden fungerar som en värmeväxlare med en mycket stor yta. Denna stora yta i kombination med små energiförluster till omgivningen ger en hög temperaturverkningsgrad.

Reningseffektiviteten för en förbränningsväxlare av ovan nämnda typ garanteras av leverantören till minst 95 %. Denna verkningsgrad är något lägre än vad som vanligen garanteras för konventionella förbränningsanläggningar. Orsaken till denna lägre reningsgrad har varit den dödvolum (residualluft) som endast delvis eller inte alls upphettas i samband med växlingen av flödesriktningen. Detta problem kan idag hanteras genom att residualluften förs in i en buffertbehållare för att under påföljande cykel successivt spädas in på tilluftsidan.

I de fall där högre krav på reningsgraden ställs, kan så kallade trebäddssystem eller flerbäddssystem utnyttjas. I dessa system finns ytterligare bäddar med värmelagrande material. Denna utnyttjas för att även den lilla luftmängd (residualluft) som förblir obehandlad i tvåbäddssystemen skall kunna renas. I dessa system kan reningsgrader på > 99 % uppnås. Dessa konstruktioner är också mindre känsliga för förekommande stoft.

Vid utnyttjande av förbränningsanläggningar finns alltid risken för brand och explosion. Om halten av ingående oxiderbara ämnen i gasen ligger över undre explosionsgränsen, LEL, finns risk för explosion. Närvaron av stoft eller förhöjd temperatur sänker dessa värden. Vid lägre halter är regenerativ oxidation att rekommendera.

Vid **katalytisk oxidation** sker oxidationen av de ingående föroreningarna vid en lägre temperatur än vid termisk oxidation. Katalysatorns funktion kan beskrivas med att den sänker erforderlig aktiveringsenergi för oxidationsprocessen då de ingående organiska komponenterna adsorberas på katalysatorytan. För att erhålla tillräcklig reningseffekt i dessa system erfordras en temperatur om ca 250 - 350 °C, något beroende på typ av förorening respektive katalysator. Genom oxidationen ökar temperaturen över katalysatormassan. Temperaturökningens storlek är proportionell mot innehållet av värme i de brännbara komponenterna i den orenade luften.

Ur driftsekonomisk synpunkt är katalysatorns livslängd en av de kritiska faktorerna och leverantörer brukar garantera en livslängd om ca 10 000- 15 000 driftstimmar. I kända applikationer kan även längre livslängd garanteras.

För att begränsa energikostnaderna brukar man installera värmeväxlare på utgående rökgas för förvärmning av ingående luft. Beroende på hur värmeåtertagningen sker

skiljer man på konventionell rekuperativ katalytisk oxidation och regenerativ katalytisk oxidation i förbränningsväxlare. Med konventionell utformning av den katalytiska oxidationen menas här att ingående luft förvärms av förbränningsluften i en luft/luft-värmeväxlare med temperaturåtertagningsförmåga om 50-75 %. Liksom vid termisk oxidation styrs graden av återtagning främst av ekonomiska faktorer.

Katalytisk oxidation i förbränningsväxlare innebär att man, på motsvarande vis som för en termisk förbränningsväxlare, utnyttjar en regenerativ värmeväxlare bestående av en keramisk bädd. Värmeåtertagningen kan i dessa system ökas till ca 95 %, med påföljden att driftskostnaden kan nedbringas. En väl fungerande katalytisk oxidationsanläggning uppnår reningsgrader >95 %.

Katalytiska oxidationsanläggningar är vidare känsliga för framför allt lokala överhettningar, stoft och katalysatorgifter. Som katalysatorgifter räknas ämnen som bland annat fosfor, silikon, klor, svavel och tungmetaller. Förekomst av sådana ämnen kan radikalt reducera den faktiska livslängden.

Slutsats

Vid Kahls rosteri har nyligen en regenerativ termisk oxidation (RTO) installerats för att minska luktutsläppen från rostningen. Denna reningsanläggning har dock inte möjlighet att också rena kylluften. Tekniskt är det möjligt att rena kylluft med termisk eller katalytisk oxidation.

Tekniskt torde de också var möjligt att avskilja luktämnen med termisk eller katalytisk oxidation från bageriverksamhet.

Sammanfattningsvis konstateras att både termisk och katalytisk oxidation torde vara möjlig att tekniskt använda för reduktion av den typ av luktutsläpp som finns vid de båda anläggningarna.

Däremot bedöms kostnaderna för termisk eller katalytisk oxidation vara alltför höga jämfört med andra metoder som diskuteras här.

6.2.3 Absorption (skrubbing)

Absorption eller skrubbing innebär en process vid vilken ett gasformigt ämne löses i en vätska. Själva absorptionsprocessen utformas oftast så att gasströmmen kontaktas av vätskefasen i ett motströmsförhållande i en absorptionskolonn. Beroende på hur absorptionsprocessen utformas kan man särskilja ett antal kommersiellt tillämpade absorptionssystem:

- Absorption i rent vatten
- Absorption i vatten med kemikalietillsatser
- Absorption i bioskrubber
- Absorption i en organisk fas

För att åstadkomma en hög effektivitet på en skrubberanläggning skall halten av de ämnen som skall avskiljas vara hög och den använda skrubbevättskan ska ha lågt innehåll av ämnena som skall avskiljas. För att åstadkomma detta kan skrubbern i extrema fall tillföras ren vätska som efter absorption leds till slutbehandling eller avlopp. Det normala är dock att vätskekretsen cirkulerar och att föroreningarna tas ur systemet genom destruktion eller omvandling. Även avdrivning eller destillation kan förekomma.

Absorption i rent vatten används där lösliga föreningar förekommer. Luktämnen är i detta fall delvis vattenlösliga.

Kemisk skrubbing innebär ofta att alkalier alternativt syror tillförs vid syra/bas-reaktioner medan oxidationsmedel som väteperoxid, ozon eller hypoklorit ofta används då organiska ämnen skall destrueras. Här ökar förutsättningarna att avskilja ingående ämnen.

För organiska ämnen med endast begränsad vattenlöslighet kan istället ett utnyttjande av **organiska absorptionsvätskor** vara möjligt. System med organiska skrubbevätskor måste vidare kombineras med upparbetning, av typ destillation eller extraktion, för att kunna recirkulera skrubbevättskan. Denna extra hantering fördyrar kraftigt användande av absorption som reningsmetod. Denna metod är inte aktuell här för reduktion av luktemissionen.

Biologisk skrubbing innebär istället att destruktion av ämnena ifråga sker genom mikrobiologisk aktivitet. Fördelen med biologisk skrubbing är, i jämförelse med den kemiska skrubbern, att det erhållna skrubbevattnet i regel enkelt kan avbördas till kommunalt reningsverk utan några särskilda åtgärder. För att säkerställa att inga miljömässigt besvärliga ämnen bildas rekommenderas pilotförsök innan installation. Ett skrubbsystem för biologisk behandling av en luftström innebär i regel högre investeringskostnader men vanligtvis lägre driftskostnader.

Biologisk skrubbing utnyttjas därför framför allt då större luftströmmar skall behandlas, medan kemisk skrubbing i huvudsak utnyttjas vid lägre luftflöden. Biologisk skrubbing utnyttjas främst vid behandling av luktande luftströmmar, exempelvis luft från reningsverk. Systemet är ofta känsligt för störningar.

Slutsats

Vattenskrubber har använts för rening av rostgaser i mindre anläggningar. Där ÅF studerat denna installation har det dock varit en förhållandevis omständlig process med stor rengörings- och underhållsbehov. Någon installation för behandling av kyluft är inte känt.

Det är inte heller osannolikt att en vattenskrubber också skulle ha god effekt för att avskilja luktämnen bageri. Någon sådan installation känner dock inte ÅF till.

Sammanfattningsvis kan konstateras att skrubbing med vatten torde kunna fungera. Stor osäkerhet råder dock vad avser avskiljningsförmågan på längre sikt.

6.2.4 Adsorption

Adsorption innebär att ämnen adsorberas (lagras) på en adsorbent för att vid lämpligt tillfälle kunna desorberas (avdrivas) och då antingen destrueras eller återvinnas. Tekniken utnyttjas antingen på stora flöden med låga halter med syftet att kunna koncentrera upp halten, eller vid intermittenta flöden.

För adsorption används i kommersiella sammanhang för närvarande tre slags adsorbenter. Dessa är aktiverat kol, zeoliter samt syntetiska polymerer. Aktiverat kol är vanligast och det är med denna adsorbent den största industriella erfarenheten vunnits. För de båda övriga adsorbenterna är erfarenheterna mer begränsade.

Ett system som bygger på adsorption kan vara antingen av regenererbar typ eller av utbytestyp.

I ett regenererbart system sker desorptionen på plats. De desorberade ämnena kan därefter återvinnas eller destrueras.

Fördelen med aktiverat kol är att det är en förhållandevis billig adsorbent. Aktiverat kol har dock en del begränsningar, exempelvis kan nämnas en låg högsta möjliga desorptionstemperatur, vilket innebär risk för anrikning av svårflyktiga komponenter på kolfiltret. Då kolbädden regenereras på plats, finns viss risk för lokal överhettning och brand (hot-spot) i filtret vid adsorption av vissa ämnen, exempelvis aldehyder och ketoner.

Ett system av utbytestyp, vanligtvis med kol som adsorbent, kan i vissa fall vara fördelaktigare särskilt vid lägre halter och då mängden föroreningar som skall avskiljas är liten. Då adsorbenten mättats på lösningsmedel byts den mot ny adsorbent. Den förbrukade adsorbenten kan antingen skickas för destruktion eller skickas för regenerering/reaktivering till anläggningar lämpade för ändamålet.

Om kol utnyttjas och skall destrueras kan ett billigare kol av sämre kvalitet utnyttjas. Destruktionen kan ske vid anläggning med tillstånd att bränna farligt avfall. Reaktivering av kol kan inte ske i Sverige utan kolet måste då skickas utomlands. Anläggningar finns bland annat i Finland, Tyskland och Italien.

Det finns också framtaget speciella aktiverade kol för destruktion av svavelväte och i viss mån även andra reducerade svavelföreningar. Detta kol är impregnerat med en katalysator som katalytiskt oxiderar svavelväte till elementärt svavel. Detta ger mycket hög reningseffekt för denna typ av ämne.

Slutsats

Aktiverat kolfilter av utbytestyp skulle kunna vara en tänkbar metod att reducera luktutsläppen med kylluften från rostningsprocessen. Sannolikt skulle också metoden kunna användas även för avskiljning av luktämnen från bageriverksamhet under förutsättning att man sänker temperaturen efter ugn.

Obeaktat detta föreslås att om aktiverat kol skall användas måste metoden utprovas och värderas innan fullskaleinstallationer kan övervägas eftersom applikation är ny.

6.2.5 Biofilter

I biofilter sker nedbrytningen av organiska ämnen av mikroorganismer vidhäftade ett bärrmaterial.

Förutsättningarna för att ett biofilter skall vara användbart är att de organiska ämnena ifråga kan överföras och adsorberas på filtermaterialet. Om ämnet är vattenlösligt, underlättas överföringen. Dessutom måste ämnet kunna brytas ned av mikroorganismerna. Nedbrytningsprodukterna från den mikrobiologiska processen får dessutom inte hämma den primära nedbrytningen.

Biofiltret eller biobädden utgörs vanligen av en befuktad bädd, bestående av exempelvis bark, torv, ljunggrötter eller något annat biologiskt material. Dessutom används ofta något poröst mineraliskt material. Före passagen genom bädden befuktas luften och ofta måste även reglering av ingående temperatur till nivån 20-35 °C göras.

Utformningen av biofilter varierar med de lokala förutsättningarna, men den konventionella typen av anläggning består av en dränerad yta avskärmad med cementväggar. På botten av bädden installeras utrustning för luftdistribution på vilken själva biobädden fördelas. Biobäddens djup varierar, men vanligen är den i nivån 0,5-2,5 m. Areabehovet för denna typ av anläggning blir normalt sett stort. I ett annat koncept förvaras biomassan i containrar. Dessa kan staplas på varandra, och platsbehovet reduceras på detta sätt avsevärt.

En biobädd uppnår reningsgrader på 50-95 % beroende på vilket ämne som behandlas (låg reningsgrad vid icke vattenlösliga och hög vid vattenlösliga ämnen), och är bäst lämpad där föroreningarna förekommer i så låga koncentrationer att annan teknik ställer sig mycket kostsam.

Biofilter är känsliga för varierande förhållanden särskilt vad gäller koncentrationer, pH, temperatur och fukthalt.

Vad gäller pH kan nämnas att filtren arbetar bäst vid neutrala pH. Om höga halter reducerade svavelföreningar förekommer, som H₂S, kan en del av detta oxideras till svavelsyrighet vilket då innebär en pH-sänkning i biofiltret som kan slå ut mikro-

organismfloran och därmed reducera avskiljningsförmågan. Ofta får man då kompensera med tillförsel av kalciumkarbonatlösning.

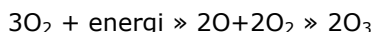
Viktigt är också att tillse att hela biofiltret är befuktat. I annat fall kan delar torka vilket då leder till att avskiljningsförmågan i dessa filteravsnitt upphör.

Slutsatser

Biofilter är i många fall en användbar teknik för avskiljning av luktämnen i förhållandevis låga haltnivåer. Tekniken kräver förhållandevis stora ytor vilket begränsar användningen. Metoden är också känslig för stoft. Metoden bedöms vara svår att användas i de aktuella applikationerna dels på grund av att utrymmesmöjligheterna är starkt begränsade dels på höga temperaturer och dels på det intermittenta utsläppet.

6.2.6 Ozonisering

Ozon är tri-atomärt syre d.v.s. O_3 . Ozon framställs i generatorer som antingen bygger på metoder med UV-ljus eller en Corona urladdning. Man utgår från torkad luft eller syrgas (O_2) som tillförs energi. Syremolekylen delas då upp i två stycken syreatomer. Syreatomerna förenar sig därefter med en annan syremolekyl vilket gör att man får en molekyl innehållande tre syreatomer dvs. ozon enligt följande:



Ozonmolekylen har en kraftig oxidationspotential vilket innebär att den lätt reagerar med andra molekyler och bryter ner/omvandlar dessa. Livslängden för en ozonmolekyl varierar från några minuter uppemot någon timme beroende på omgivningen (temperatur, tryck, föroreningar osv.).

Ozon är ett toxiskt och mycket reaktivt ämne som effektivt oxiderar förekommande luktämnen. Ozon är dock så toxiskt att man måste vara försiktig vid dessa installationer så att man inte riskerar att utsätta personalen för förhöjda ozonhalter. För att få en effektiv funktion krävs ofta uppehållstider på flera sekunder vilket kan innebära långa kanaldragningar för att erhålla denna volym.

ÅF har testat denna typ av utrustning och den fungerar väl under förutsättning att ozonaggregatet genererar ozon som tänkt. Det är dock svårt att anpassa ozongenereringen till en källa med varierande belastning. Istället riskerar man ofta att överdosera vilket kan ge förhöjda halter i omgivningen.

Slutsatser

De flesta applikationer har ett högt luftflöde och eller höga koncentrationer av lukt vilket betyder att det kan vara svårt att upprätta tillräcklig uppehållstid. ÅF föreslår att i första hand andra metoder väljs.

6.2.7 UV-fotooxidation

Denna reningsmetod innebär att gasflödet som ska renas leds genom en kammare som är upplyst med kortvågigt UV-ljus (100-280 nm). Under inverkan av UV-vågorna startas en nedbrytning av såväl oorganiska som organiska föroreningar i luftströmmen. Nedbrytningen sker genom två slags mekanismer:

Direkt fotolys: ämnen som absorberar bra i det använda våglängdsområdet (VOC, ammoniak, svavelväte, merkaptaner, aminer) kan brytas ner direkt under inverkan av UV-strålningen.

Oxidation genom reaktiva syreradikaler: ämnen som inte absorberar UV-ljus direkt, såväl som nedbrytningsprodukter från fotolysreaktioner, kan vara möjliga att oxidera med hjälp av högreaktiva syreradikaler. Dessa sistnämnda bildas ur syre närvarande i luftströmmen, enligt vissa reaktionsmekanismer. Vid dessa oxidationsreaktioner bildas koldioxid, vatten, kvävgas och svaveldioxid som slutprodukter.

Ofta installeras även aktiverat kol som den behandlade luften får passera. Kolet fungerar både som en katalysator för oxidationsprocessen och reducerar dessutom kvarvarande ozon till syrgas. Kolfiltret kan också adsorbera ämnen som inte oxiderats.

Metoden används idag såväl för att ta bort lukt, t.ex. vid bryggerier, sopsortering, avloppsreningsanläggningar, VOC vid lackeringsindustrier samt stekos från kök.

Slutsatser

Där ÅF testat metoden (kommunala vattenreningsanläggningar), fungerar metoden mycket bra för reduktion av lukt. Även för kylluft från rostning har vid pilottester konstaterats att metoden fungerar i kombination med aktiverat kolfilter.

Några pilottester för luktämnen från bagerier har dock inte genomförts. Metoden torde fungera även i denna applikation. Emellertid finns ingen erfarenhet av metoden i denna applikation varför man måste testa metoden innan beslut om investering kan göras.

6.2.8 Jonisering

Ett stort antal leverantörer av joniseringsutrustning finns idag på marknaden. Ingen av dessa ger en riktigt bra förklaring av teknikens funktion. Grundidén är att då man tillför energi till syreatomen så får man laddade atomer som också skapar syrekuster som oxiderar effektivt. Många anläggningar emitterar även ozon i samband med joniseringsreaktionen.

De gånger ÅF har utvärderat tekniken har avskiljningen varit otillfredsställande låg. Oavsett detta används jonisering ofta i luktsammanhang. Enligt ÅF:s erfarenhet krävs lång uppehållstid (minuter) för att få en effektiv avskiljning. Detta kan bara utföras i slutna utrymmen eller om man tillför joniseringen till tilluften.

Slutsatser

Tekniken rekommenderas inte för här aktuella applikationer.

6.3 Förbättrad spridning

Att förbättra initialspädningen från en luktande källa genom att öka utsläppshöjden är ett bra sätt att reducera luktbesvärerna kring en anläggning trots att man inte reducerar utsläppens storlek.

Genom en ökad utsläppshöjd späds plymen mer innan den når marknivå. Detta betyder att när väl plymen når mark har ofta lukttröskeln reducerats till nivå < 1 l.e/m³ vilket i princip innebär att man inte kan förnimma lukten längre. För kringboende närmast källan erhålles störst effekt medan effekten sedan avtar med avståndet.

Förhöjd skorsten är ofta ett bra alternativ särskilt om halten av andra komponenter som VOC och stoft är lågt. En annan viktig faktor är att skorstenen har låg driftskostnad och hög tillgänglighet.

Slutsatser

Förhöjd skorsten är ofta ett utmärkt alternativ till rening i flera av applikationerna.

6.4 Sammanställning av olika reningsmetoder

En kort sammanfattning görs i följande tabell, Tabell 0-1.

Tabell 0-1 Utvärdering av reningstekniker – sammanställning.

Metod	Teknisk möjlig	Reningsgrad	Kommentar
1. Kondensering	Nej		
2. Termisk Oxidation			
a. Rekuperativ	Ja	> 98 %	För hög kostnad
b. Regenerativ	Ja	> 95 %	För hög kostnad
3. Katalytisk oxidation	Ja	> 95 %	För hög kostnad
4. Absorption			
a. Rent Vatten	Sannolikt inte		Effekten osäker, genererar förorenat vatten
b. Kemisk tillsats	Nej		
c. Organisk Vätska	Nej		
d. Bioskrubber	Nej		
5. Adsorption			
a. Utbytessystem	Ja	> 95 %	Torde kunna fungera - pilotstudier krävs dock före installationer.
b. Regenerativt system	Nej		
6. Biofilter	Tveksamt tekniskt.		Stoft, hög temperatur samt utrymmesbrist omöjliggör en installation.
7. Ozonisering	Rekommenderas inte	Effekt osäker	Ozonhantering besvärlig .kan leda till högre lukt då partiklar oxideras.
8. UV-fotolys	Eventuellt	Effekt osäker	Fungerar väl i andra applikationer, test behöver genomföras.
9. Jonisering	Nej	Effekt osäker	Kräver alltför lång uppehållstid
10. Förhöjd skorstenshöjd	Ja	Förbättrar situationen	Kostnadseffektiv

Av ovanstående diskuterade teknislösning kan många avfärdas antingen av tekniska skäl eller av kostnadsskäl.

De metoder som kvarstår efter ovanstående genomgång av tekniska och övergripande ekonomiska bedömningar är adsorption av utbyttestyp, fotooxidation samt förbättrad initialspädning genom en förhöjd utsläppspunkt. Förekomst av stoft och höga temperaturer kan dock försvåra användningen av de diskuterade teknikerna.

Obeaktat vilken åtgärd som övervägs rekommenderar ÅF att denna utprovas väl i den aktuella applikationen innan beslut om investering tas så att funktion och

driftkostnader kan säkerställas. Efter utprovning kan beslut tas om ytterligare åtgärder om det då visar sig vara motiverat ut miljösynpunkt.

6.5 Förslag till luktreducerande åtgärder

6.5.1 Pågens AB

Ur luktsynpunkt utgör bagerier en särskild kategori. Lukten från bagerier upplevs i regel angenäm och därför är ÅF och Swecos uppfattning att man inte behöver eftersträva luktfrihet kring denna typ av verksamhet.

Så vitt är känt finns knappast någon installation av luktreducerande åtgärder på bagerier överhuvudtaget. Däremot finns reningsutrustning på bagerier för att reducera avgången av VOC(etanol) på ett fåtal anläggningar.

Av denna anledning bedöms rening av de luktande utsläppen från Pågens inte realistiskt. I det följande redovisas kostnaden för att istället höja utsläppspunkten för de luktande utsläppen och på så sätt reducera luktbidraget i omgivningen.

Dimensionerande för en grov kostnadsberäkning har varit följande:

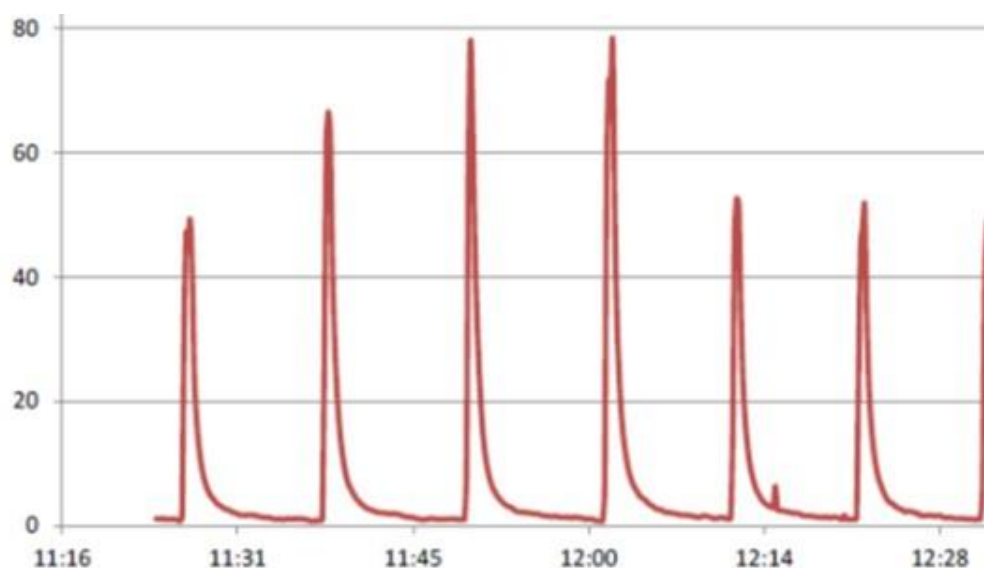
Luftflöde: 67 000 Nm³/h

Temperatur: 120 °C

Som jämförelse presenteras också investeringskostnaden för en termisk oxidations anläggning för att på detta sätt reducera luktemissionen.

6.5.2 Kahls Kaffe

Emissionen av luktämnen från kylprocessen huvudsakligen under första minuten av kylprocessen. Detta förlopp kan följas i följande figur som beskriver hur koncentrationen av VOC (flyktiga organiska ämnen) varierar under kylprocessen



Figur 6-1 Variation av VOC halt under kylprocessen.

Som framgår av ovanstående Figur 6-1 som hämtats från ett annat rosteri där kylprocessen följts med ett kontinuerligt registrerande VOC-instrument ökar koncentrationen snabbt och avtar. Toppen inträffar under den första minuten under den ca 10 min långa kylprocess varefter koncentrationen sedan snabbt avtar. Den mätning som ligger till grund för valet och dimensionering av reningsutrustningen har uttagits vid den högsta emissionsnivån.

Dimensionerande för den grova kostnadsberäkningen får Kalhs Kaffe har varit följande:

Kylluftflöde ca 18 000 Nm³/h.

Temperatur: 50 -200 °C.

7 Kostnader för diskuterade åtgärder

7.1 Beräkningsförutsättningar

I det följande presenterade investeringskostnaderna är dels baserade på förfrågningar hos och diskussioner med leverantörer, dels erfarenhetsmässiga bedömningar.

För samtliga nedan redovisade åtgärdsalternativ gäller följande förutsättningar:

- Vid beräkning av investeringskostnaderna har schablonmässiga påslag för projektering/administration respektive oförutsett med 10 % respektive 15 % gjorts.

- För beräkning av kapitalkostnaden har här utnyttjats 8 års avskrivning och 6 % internränta, vilket innebär en annuitet om ca 16 %.

Driftskostnaden har inte värderats inom ramen för denna studie.

7.2 Kostnadsberäkning Pågens

Investeringskostnaden för en 50 - 60 m hög fristående skorsten bedöm bli inom intervallet 1,5-5 MSEK inklusive fundament och anslutningar.

Investeringskostnaden för en förbränningsväxlare för hela flödet med en lägre skorsten och anslutningar bedöms kosta i nivån 12-17 MSEK. Härtill kommer sannolikt höga driftskostnader i form av tillsatsenergi.

Kostnadsdrivande är hur komplicerat arbetet med anslutningarna från de olika ugnarna på taket är och antalet rökrör i skorstenen.

För att bättre kunna specificera denna kostnad krävs en ingående förstudie där detta kan klarläggas.

7.3 Kostnadsberäkning Kahls Kaffe

För rening av kylluften från rostningen har två olika reningstekniker studerats:

- Rening med en markstående regenerativ förbränningsväxlare i vilken de luktande kylgaserna oxideras vid 800 – 1000 °C.
- Rening med aktiverat kolfilter av utbytestyp.

Utöver detta har även en grov kostnad för en förhöjning av utsläppshöjden till ca 40 m tagits fram eftersom enbart en 90 % reduktion av luktemission inte förväntas ge erforderlig luktkoncentration i närområdet.

En förbränningsväxlare för ett flöde om 18 000 Nm³ kostar i nivå 7-10 MSEK att upphandla. Härtill kommer kostnader för anslutningar, eventuell förstärkning av byggnader och fundament. Driftskostnaden är hög.

Investeringskostnaden för ett aktiverat kolfilter är i storleksordningen 2 -3 MSEK. Driftskostnaden beror i första hand på hur ofta man behöver byta kol. För att utröna detta och funktionen i övrigt behöver man sannolikt genomföra pilottester.

En skorsten innebär investering om i nivån 2 – 3 MSEK.

8 Diskussion

Med utgångspunkt från luktmätningar vid Pågens AB och Kahls Kaffe har olika åtgärder studerats och kostnader grovt beräknats. Som stöd vid valet av åtgärder och kombinationer av åtgärder har Swecos spridningsberäkningar varit.

Som konstaterats i utredningen råder speciella omständigheter vid luktemission från bagerier och kafferosterier eftersom de flesta är ju bekanta med såväl bagerilukt och kaffelukt och de allra flesta har en positiv association till båda lukterna.

I detta fall planerar man bygga upp en delvis ny stadsdel i närområdet till anläggningarna. Detta betyder att många nya personer kommer att flytta in till området. Den enda avvikelsen mot de angenäma och välbekanta lukterna är kylluften från kafferosteriet som är förhållandevis från när den emitteras orenad.

Av ovanstående orsaker föreslår konsultgruppen (ÅF och Sweco) att luktfrihet (omgivningshalter ($< 0,2-0,5 \text{ l.e./m}^3$) inte är en nödvändighet kring anläggningarna trots att nya bostäder skall byggas och många nya flyttar in området.

Istället föreslås för bageriverksamheten att man i första hand har en målsättning som innebär en högsta omgivningshalt om $1-2 \text{ l.e./m}^3$. Vad gäller luktbidraget från kylluften förslås ett något lägre luktbidrag det vill säga $0,5 - 1 \text{ l.e./m}^3$.

De diskuterade åtgärderna omfattar för Pågens AB en förhöjd utsläppspunkt(skorsten) om 50 – 60 m.

För Kahls Kaffe kan en kombination av rening och skorstensförhöjning vara ett alternativ.

Rening av kylluften är dock förknippade med höga kostnader oavsett om termisk oxidation eller kolfilter kommer att användas. Istället bör man överväga att på sikt byta ut befintlig roster till en roster med efterföljande rening där reningen av kylluft är integrerad med reningen från rostern.

En sådan lösning måste betraktas som bättre ur ett hållbarhetsperspektiv eftersom den totala energikostnaden och materialförbrukningen då reduceras.

Det bör noteras att förutsättningarna för att installera en sådan roster inte ingått i detta arbete.
