

Handläggare
Markus Olofsgård
Sofie Eckerman
Tel
+46 10 505 94 07
Mobil
+46 70 356 62 10
E-post
markus.olofsgard@afry.com

Datum
2021-11-12

Projekt ID
796334

Kund
eWork Group
Norrtälje kommun

Luktutredning Lindholmens avloppsreningsverk Norrtälje kommun

Undersökning inför planering av markanvändning i anslutning till avloppsreningsverk med 50 000 pe.



AFRY

Markus Olofsgård & Sofie Eckerman

Sammanfattning

För Norrtälje stad pågår arbete med framtagande av en fördjupad översiktsplan för att kunna möta den växande befolkningen. Som ett led i detta planeras en utbyggnad av Lindholmens avloppsreningsverks kapacitet med hänsyn till den ökande befolkningsmängden.

Norrtälje kommun avser ta fram en risk- och konsekvensbedömning som ska användas som underlag till beslut om skyddsavstånd. Risk- och konsekvensbedömningen ska utgå från de utgångsvärden och förutsättningar som förväntas gälla Lindholmens avloppsreningsverk med kapacitet för 50 000 pe (personequivivalenter).

För att kunna producera ett underlag till Norrtälje kommun som är användbart för vidare planering har AFRY, baserat på sin tidigare erfarenhet, valt att genomföra uppdraget i tre huvudsakliga delar:

1. Definition av förutsättningar.
2. Modellering och hantering av tillfälliga luktepisoder.
3. Sammanvägd bedömning av resultatet.

Utifrån denna rapports bedömningsgrund rekommenderas följande markanvändning kring reningsverket:

- Inom en radie av 200 m: vandringsleder, industrier, okänslig verksamhet.
- Inom en radie av 200 – 300 m: ovan nämnde aktiviteter och även arbetsplatser, köpcentrum, lekplatser, träningslokaler.
- Inom en radie av 750–1000 m: ovan nämnda aktiviteter och även bostäder, skolor, dock med något förhöjd risk för luktstörning.
- Vid över 750 m avstånd påvisar modellen enbart försumbar risk för luktstörning. Detta innebär ingen garanti för total luktfrihet men luktstörningar bör uppkomma mer sällan än 80 timmar per år.

En mycket viktig faktor för att luktsituationen i närområdet ska vara så bra som möjligt är fungerande reningsteknik. Vid projektering bör redundans prioriteras högt och ha hög beredskap gällande åtgärder.

Innehåll

1	Inledning.....	5
2	Syfte.....	5
3	Bakgrund	5
3.1	Reningsverkets förutsättningar	5
3.2	Lukt.....	6
3.3	Lukt och luktbesvär	7
3.3.1	Frequency - frekvens.....	7
3.3.2	Intensity - intensitet.....	8
3.3.3	Duration - varaktighet	8
3.3.4	Offensiveness - karaktär	8
3.3.5	Location - lokalisering.....	8
4	Metod	8
4.1	Definition av förutsättningar	9
4.2	Modellering och hantering av tillfälliga luktepisoder	9
4.3	Sammanvägd bedömning.....	10
4.4	Begränsningar i metoden	11
5	Indata.....	12
5.1	Förutsättningar	12
5.1.1	Emissionsdata.....	13
5.2	Spridningsberäkningar	13
5.2.1	Meteorologidata	13
5.2.2	Höjddata.....	14
5.3	Tillfälliga luktepisoder	14
5.3.1	Försämrad funktion på luktrengningsutrustning	15
5.3.2	Underhåll försedimentering	15
5.3.3	Underhåll röt-kammare.....	15
5.3.4	Olycka med slamspill som följd	15
5.3.5	Omgrävning av biofilter	15
6	Resultat	15
6.1	Spridningsberäkningar	15
6.2	Tillfälliga luktepisoder	18
7	Smittspridning	18
7.1	Sammanvägd bedömning markanvändning	20
7.2	Sammanfattande bedömning	21

8	Diskussion	22
9	Slutsatser och rekommendationer	22

Bilagor

Bilaga A: Luktriskanalys, AFRY, 2020

Bilaga B: Litteraturstudie – Smittspridning vid avloppsreningsverk, AFRY, 2020

Bilaga C: Kompletterande luktutredning Lindholmens avloppsreningsverk, AFRY, 2021

1 Inledning

På uppdrag av Norrtälje kommun (förmedlat av eWork Group) har AFRY sammanställt följande luktutredning rörande den förväntade luktsituationen och möjlig markanvändning vid och kring det planerade utbyggda reningsverket i Norrtälje.

Markus Olofsgård är uppdragsledare och AFRY:s kontaktperson i detta ärende.

2 Syfte

För Norrtälje stad pågår arbete med framtagande av en fördjupad översiktsplan för att kunna möta den växande befolkningen. Som ett led i detta planeras en utbyggnad av Lindholmens avloppsreningsverks kapacitet med hänsyn till den ökande befolkningsmängden.

Norrtälje kommun avser ta fram en risk- och konsekvensbedömning som ska användas som underlag till beslut om skyddsavstånd. Risk- och konsekvensbedömningen ska utgå från de utgångsvärden och förutsättningar som förväntas gälla Lindholmens avloppsreningsverk med kapacitet för 50 000 pe.

Utredningen ämnas att användas som underlag vid samhällsplaneringen kring reningsverket.

3 Bakgrund

3.1 Reningsverkets förutsättningar

Lindholmens avloppsreningsverk är beläget på en kulle intill Lindholmens naturreservat, i den nordöstra delen av Norrtälje strax norr om Norrtäljeviken. Anläggningen renar avloppsvatten från Norrtälje stad och Bergshamra samhälle.

Utöver detta tar verket emot slam från slamavskiljare och enskilda fastigheter samt från mindre avloppsreningsverk i kommunen. I takt med att befolkningen ökat har belastningen på reningsverket ökat. Lindholmens avloppsreningsverk har idag tillstånd att behandla avloppsvatten från 34 000pe. Norrtälje kommun har ansökt och erhållit tillstånd att utöka kapaciteten till 50 000 pe.



Figur 3-1. Karta över området, Lindholmens reningsverk markerat med röd streckad cirkel © Lantmäteriet Medgivande R50103251_200001.

3.2 Lukt

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 13725/2006).

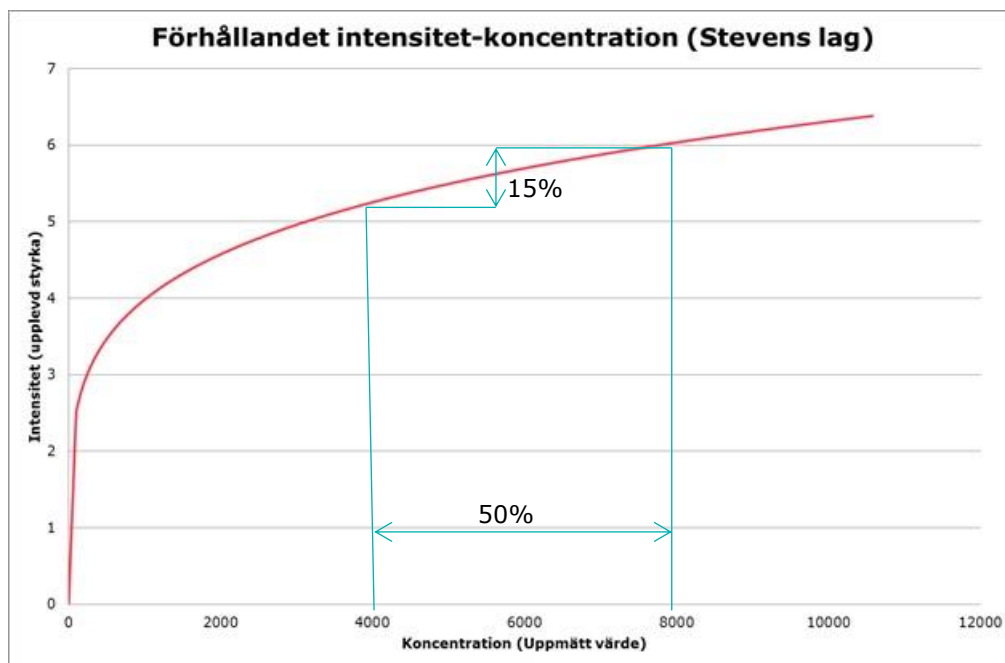
En lukts förnimbarhet uttrycks vanligen med ett tröskelvärde som motsvarar en luktenhet per kubikmeter (1 l.e./m^3). Tröskelbestämningar ger värdefulla upplysningar, till exempel vid kontroll av källstyrkan hos luktavgivande processer och beräkning av luktutsläppens geografiska spridning. Lukttröskelvärdet 1 l.e./m^3 definieras som den halt där 50 % av befolkningen börjar förnimma lukt. Detta innebär att 25% av befolkningen känner lukt tidigare och att 25% inte kan förnimma lukten.

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 Figur 3-2.

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

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

Där I är intensitet och C koncentration. Konstanterna k och n är specifika för respektive lukt. I figuren 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.



Figur 3-2. Upplevd luktintensitet (styrka) som funktion av koncentrationen.

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 %.

3.3 Lukt och luktbesvär

För att identifiera vad som orsakar luktstörning refereras ofta till ett engelskt begrepp, de så kallade FIDOL-faktorerna. De står för:

- **F**requency
- **I**ntensity
- **D**uration
- **O**ffensiveness
- **L**ocation

De olika faktorerna beskrivs nedan.

3.3.1 Frequency - frekvens

Hur ofta det luktar är kanske den faktor som är viktigast när det gäller klagomål. Enligt tidigare observationer så sker klagomål på lukt då lukttröskeln överskrids en eller ett par procent av tiden.

3.3.2 Intensity - intensitet

Även luktintensiteten har stor betydelse för klagomålsförekomsten. Med detta menas intensiteten av luktupplevelsen och hur många gånger över lukttröskeln det luktar. Generellt karakteriseras lukt av tre olika nivåer: detektionströskeln som definitionsmässigt ligger på 1 l.e/m³, rekognitionströskeln som ligger i storleksordningen 4–5 l.e/m³ och är den nivå där det går att identifiera luktkällan samt obehagströskeln, där lukten börjar nå en sådan intensitet att den skapar obehag. Gränserna varierar mellan olika lukttyper. Obehagsgränsen varierar än mer med typ av lukt och individ.

3.3.3 Duration - varaktighet

Varaktigheten har även den en väsentlig påverkan på klagomålsfrekvensen. Korta övergående luktepisoder är ofta mer accepterat än längre utdragna perioder.

3.3.4 Offensiveness - karaktär

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 det ofta finns en positiv association till. Däremot sker klagomål ofta om det luktar avfall eller någon kemisk substans. Exempelvis sker klagomål enligt AFRY:s erfarenhet vid lägre luktkoncentration om reducerade svavelföreningar, till exempel svavelväte, förekommer. Detta sker vid reningsverk och biogasanläggningar, men även vid tunnelavluftningar.

3.3.5 Location - lokalisering

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 hur stor utbredning det luktande området har, kan spridningsmeteorologiska beräkningar göras med utgångspunkt från kännedom om luktutsläppets källstyrka.

4 Metod

För att kunna producera ett underlag till Norrtälje kommun som är användbart för vidare planering har AFRY, baserat på sin tidigare erfarenhet, valt att genomföra uppdraget i tre huvudsakliga delar:

1. Definition av förutsättningar
2. Modeller och hantering av tillfälliga luktepisoder
3. Sammanvägd bedömning av resultatet

Metodiken för respektive del beskrivs mer i detalj under respektive rubrik.

4.1 Definition av förutsättningar

I samarbete med personal på Lindholmens avloppsreningsverk och kommunen har AFRY tagit fram ett sannolikt scenario för luktsituationen vid det planerade reningsverket. Viktiga parametrar var i detta läge att se vilka processteg som planeras att bli inbyggda och vilka ytor som fortsatt planeras vara exponerade mot atmosfär. Detta scenario resulterade i de indata som användes i spridningsmodellen.

Det faktum att anläggningen inte är byggd än gör att luktpåverkan måste hanteras på ett teoretiskt plan utifrån tidigare mätningar och erfarenheter från reningsverk. AFRY har gjort mätningar på fler än 15 större reningsverk i Sverige. Mätningarna har kompletterats med publicerade schablondata i litteraturen. För ytkällor såsom försedimentering och biosteg visar erfarenheten att utsläppen per ytenhet är relativt konstanta oaktat antal anslutna pe.

4.2 Modellering och hantering av tillfälliga luktepisoder

En modellering av förväntad spridning av lukt i närområdet vid normal drift har gjorts genom spridningsberäkningar. För spridningsberäkningarna nyttjades programvaran AERMOD.

AERMOD är en gaussisk spridningsberäkningsmodell baserad på Monin-Obuchovs similaritetsteori och utvecklad och ägd av EPA (United States Environmental Protection Agency). AERMOD beräknar koncentrationer i luft och deposition till mark på både lokal och regional nivå upp till 30 km, och kan ta hänsyn till både komplex terräng och markanvändning.

Resultatet redovisas som konturdiagram, tabeller och/eller 1-timmes, dygns- och årsmedelvärde, beroende på vad användaren specificerar. Bredvid CALPUFF är AERMOD en av de största modeller som används inom konsultering och forskning för spridningsberäkningar.

Spridningsberäkningarna ger en god bild av luktsituationen vid normaldrift. För att hantera händelser som är mer kortvariga till sin natur är spridningsberäkningar inte det bäst lämpade verktyget. Då ger i stället luktriskvärdering bättre underlag.

Utifrån grundscenariot har värdering gjorts av hur tillfälliga luktepisoder påverkar närmiljön. Denna värdering har baserat på den norska modellen för luktriskvärdering, KVALUR¹. KVALUR väger ihop sannolikhet och konsekvens av ett luktsläpp och använder dessa för att bestämma ett riskindex. Metoden beskrivs mer i detalj i bilaga A. Riskindexet kan sedan utvärderas utifrån kriterierna i Tabell 4-1.

¹ Riskbedömning enligt modellen KVALUR ("Regulering av luktslipp i tillatelse etter forurensningsloven" Bilaga 3 (TA 3019, 2019).

Tabell 4-1. Utvärdering av riskindex.

Riskindex	Tolkning	Värdering
I>1	Stor risk för att händelsen skall medföra luktolägenheter hos närboende.	Inte acceptabelt, luktreducerande åtgärder skall beaktas.
1>I>0,5	Medelstor risk att händelsen skall medföra luktolägenheter hos närboende.	Kan vara ett hinder för att bedriva verksamhet, luktbegränsande åtgärder ska värderas.
0,5>I>0,1	Liten till medelstor risk att händelsen medför luktolägenheter hos närboende.	Inget hinder för verksamhetsutövning med luktbegränsande åtgärder bör värderas.
0,1>I	Liten risk för luktolägenheter hos närboende. Händelsen sker så sällan eller har så liten påverkan att den får anses försumbar.	Acceptabelt, riskreducerande åtgärder kan värderas.

Inom ramen för detta uppdrag har även en översyn av potentiell risk för smitta i närheten av reningsverket utförts. Bedömningen baseras på genomförda litteraturstudier.

4.3 Sammanvägd bedömning

Utifrån de erhållna resultaten av spridningsmodellering, luktriskvärdering, smittriskutredning och digital workshop kring planerad markanvändning i närheten av reningsverket har en bedömning gjorts av vilken typ av bebyggelse som är lämplig i området.

Bedömningen av resultatet från spridningsberäkningarna har gjorts baserat på engelsk metod för markanvändning med avseende på luktolägenhet². Genom att kombinera receptorers känslighet med luktkoncentration kan användningsområdets lämplighet graderas.

Receptorernas känslighet antas i denna utvärderingsmodell vara kopplat till markanvändningen. Invånare förväntas tolerera högre luktblastning vid sin arbetsplats än sin bostad till exempel.

² Guidance on the assessment of odour for planning v.1.1 2018, <https://iaqm.co.uk/text/guidance/odour-guidance-2014.pdf>

Beskrivning av de olika receptorkänsligheterna återfinns i tabell nedan. I tabellen återfinns även vissa exempel på markanvändning.

Tabell 4-2. Receptorkänslighet och beskrivning av lämplig markanvändning.

Receptor-känslighet	Beskrivning
Hög	Användare förväntar sig hög nivå av bekvämlighet OCH användare förväntas uppehålla sig kontinuerligt eller regelbundet. Ex. bostäder, sjukhus, skolor, turistmål.
Medel	Användare förväntar sig en acceptabel nivå av bekvämlighet ELLER användare förväntas inte uppehålla sig i området regelbundet eller under längre perioder. Ex. arbetsplatser, köpcentrum, lekparker, träningsytor.
Låg	Användare förväntar sig inte en luktfri Miljö ELLER användare nyttjar området främst för genomresa. Ex. vandringsleder, industrimiljöer.

Utifrån den modellerade spridningsbilden kan lämplig markanvändning för respektive område definieras ur ett luktölagenhetsperspektiv.

4.4 Begränsningar i metoden

Den nyttjade metoden har stora fördelar när det kommer till att påvisa en översiktlig bild av luktspridningen i omgivningen och effekter av luktreducerande åtgärder. Metodiken stämmer väl överens med den som används i övriga Norden och stora delar av Europa.

Det bör emellertid understrykas att luktutredningar av detta slag är förenat med osäkerheter. Bland annat beroende på att provtagningar och luktmätningar görs på ett begränsat antal prov vilket kan betyda att man missar speciella material. Luktkänsligheten för de aktuella ämnena förekommer olika för olika personer trots att de medverkande i luktpanelen har kalibrerats mot en specifik substans. Det kan således finnas närboende med en högre känslighet än den kalibrerade analyspanelen.

Vidare kan konstateras att det kan förekomma vissa små lokala fenomen som modellen inte klarar av att fånga upp då detta skulle bli alltför beräkningstungt. För den övergripande spridningsbilden är dock modellen väl validerad.

Det finns även skillnader i omgivningsmiljön som modellen inte tar hänsyn till såsom störningar från andra källor, både lukt och andra sinnesintryck. Detta kan i stor utsträckning påverka individers upplevelse av lukt på platsen.

Det finns möjlighet att använda mer avancerade modeller och på så sätt komma något närmare verkligheten. Detta är emellertid kostsammare och AFRY:s bedömning är att detta skulle vara av större nytta i ett skede då osäkerheterna i indata är mindre. Den nyttjade modellen, AERMOD, kan i viss utsträckning hantera specifika väderfenomen

som exempelvis inversion. Andra fenomen som ofta uppstår i samband med inversion, exempelvis ackumulering av lukt vid låga vindhastigheter, kan hanteras bättre av mer avancerade modeller. AFRY gör dock bedömningen att osäkerheten i indata i detta läge är så pass stor att nyttjandet av mer avancerade modeller med fördel görs i ett senare skede då mer specifika data finns att tillgå.

5 Indata

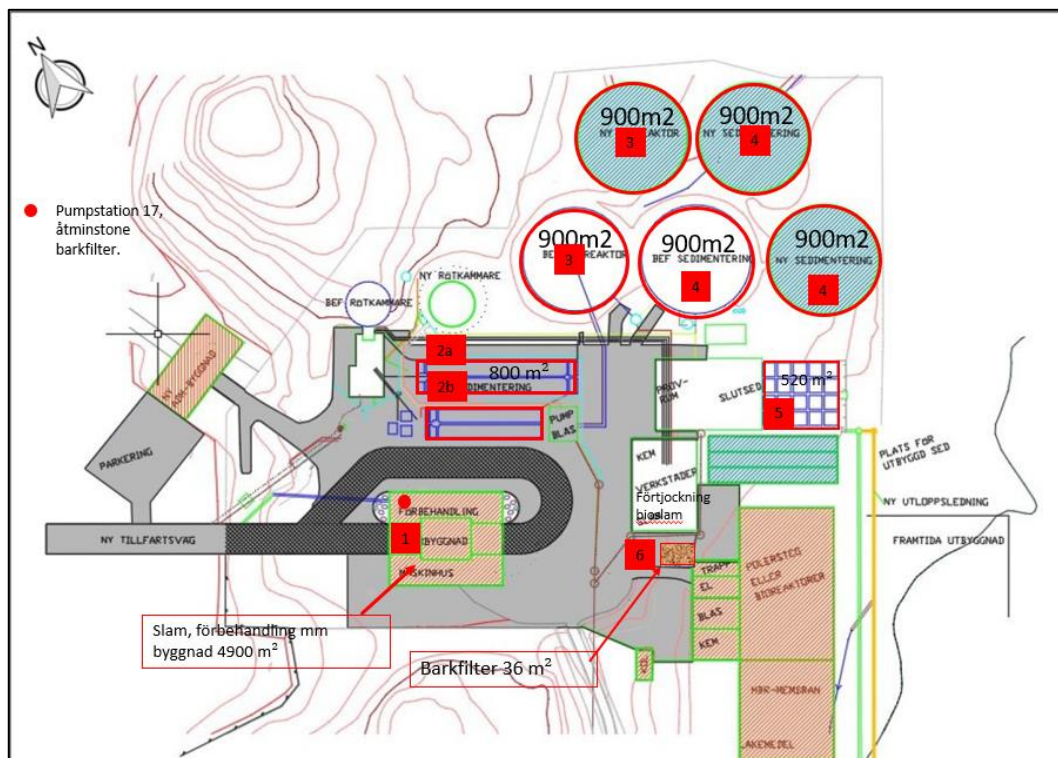
5.1 Förutsättningar

Med anledning av att det framtida utbyggda reningsverket ej är projekterat i detalj har utgångspunkten varit en överenskommen modell tillsammans med projektledare för utbyggnad och driftspersonal på nuvarande Lindholmens reningsverk. Den överenskomna modellen beskrivs i tabellen nedan:

Tabell 5-1. Uppskattad luktemission för Lindholmens avloppsreningsverk.

Punkt	Processteg	Utsläppspunkt	Emission (Ml.e./h)
1	Slamhantering, förbehandling (grovrems och sandfång)	Processventilation, utsläpp via reningsteknik och 20 m hög skorsten	28,0
2	a: Försedimentering inkommande	Bassäng, avgång från yta	3,1
	b: Försedimentering övrigt	Bassäng, avgång från yta	2,1
3	OCO-reaktor	Bassäng, avgång från yta	4,5
4	Mellan-sedimentering	Bassäng, avgång från yta	5,4
5	Slutsedimentering	Bassäng, avgång från yta	0,3
6	Bioslam förtjockning	Barkfilter, avgång från yta	0,5

Den totala uppskattade emissionen från reningsverket med reningsteknik installerad för slambyggnad är 43,8 Ml.e/h.



Figur 5-1. Skiss över det planerade reningsverket och identifiering av utsläppspunkter.

De viktigaste utsläppspunkterna för lukt som definierats är:

- 1: Slambyggnad med slamhantering samt förbehandling
- 2: Försedimentering
- 3: OCO-reaktorer
- 4: Mellansedimentering
- 5: Slutsedimentering
- 6: Barkfilter

En mycket viktig aspekt i modellen är den planerade slambyggnaden som utöver slamhanteringen även ska inrymma förbehandlingen (grovrems och sandfång). Allt ifrån verksamheten i slambyggnaden planeras att släppas ut via processventilation och reningsteknik i en 20 meter hög skorsten.

5.1.1 Emissionsdata

De inbyggda delarna såsom rens-galler, sandfång och slamhantering har bedömts utifrån reningsverk i samma storleksordning, som har dessa aktiviteter inbyggda och ventilerade eller väl avgränsade.

För samtliga aktiviteter har detta lett till ett identifierat intervall för luktemission. I det identifierade intervallet har det valda värdet gjorts utifrån konservativ skattning av var i intervallet tyngdpunkten av mätningarna återfinns. Värdena tar inte hänsyn till haveri eller driftsstörning utan utgår från normaldrift.

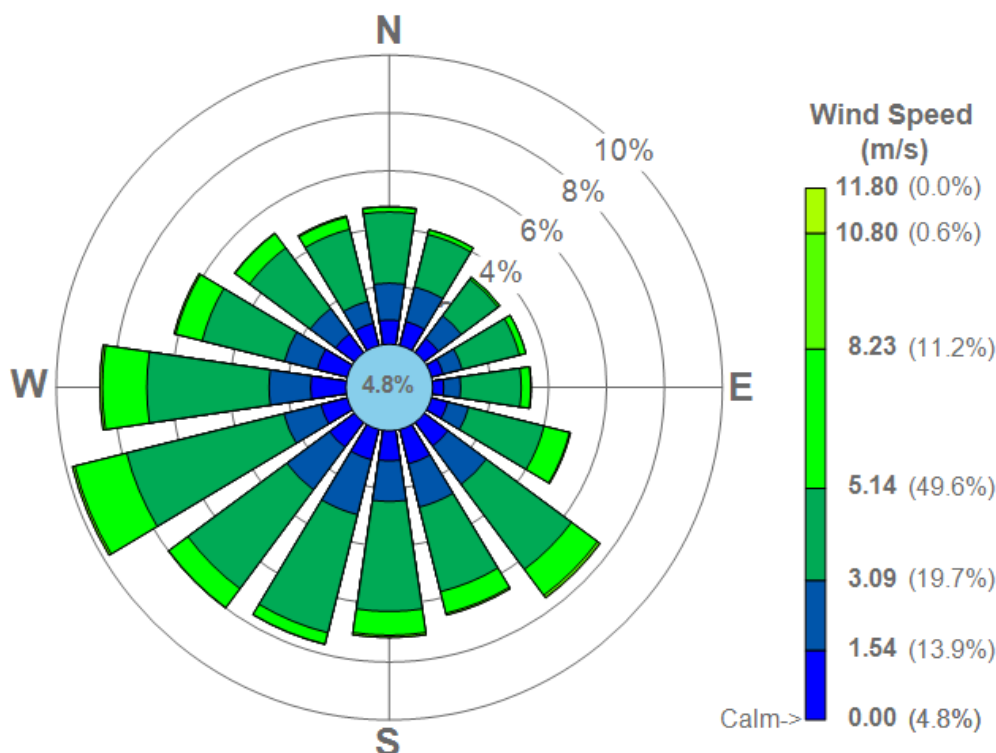
5.2 Spridningsberäkningar

5.2.1 Meteorologidata

Väderdata utgörs av ett medelvärde från 2018 till 2020.

Indata delas upp i två filer. Den första filen innehåller gränsskiktsp parametrar så som temperatur, vindhastighet och vindriktning. Den andra filen innehåller en eller flera profiler av vind, temperatur och standardavvikelse av fluktuerande komponenter av vinden om tillgängligt.

I följande figur redovisas vindrosen över Norrtälje som använts i de genomförda spridningsberäkningarna.



Figur 5-2. Vindros över meteorologidata för åren 2018–2020.

Vindrosen beskriver de meteorologiska vindförhållandena 10 m ovan marknivå. Som det framgår av figuren ovan är de förhärskande vindriktningarna i sydvästlig riktning.

5.2.2 Höjddata

Höjddata för området på en radie av minst 1000 m runt Lindholmens reningsverk beställdes ifrån Lantmäteriet, med en upplösning på 1 m.

5.3 Tillfälliga luktepisoder

En digital workshop har genomförts ihop med medarbetare på Lindholmens reningsverk med fokus på risk för luktutsläpp vid planerade och oplanerade driftsstörningar vid reningsverket. Utifrån de uppgifter som framkom vid mötet grupperades risken.

De tillfälliga luktepisoder som identifierades vid arbetsmötet och har bedömts vara relevanta listas och förklaras översiktligt nedan. Det sammanvägda riskindexet presenteras i resultatkapitlet.

5.3.1 Försämrad funktion på luktrengningsutrustning

Denna risk är den mest omfattande av de identifierade riskerna. Anledningen till detta är att många av de andra identifierade riskerna elimineras tack vare att processen är inbyggd och försedd med rening av utgående luft. Således finns det ett flertal tillfälliga luktepisoder som inte kommer att påverka omgivningen så länge som luktrengningsutrustningen är vid god funktion.

Försämrad funktion på reningsutrustningen kan uppkomma i två varianter. Dels ett totalt haveri, dels en gradvis försämring eller reducerad förmåga.

Det totala haveriet tas inte upp i detta kapitel då det innebär en så stor luktstörning att redundans i detta system är en förutsättning för vidare projektering. En gradvis eller delvis försämring innebär att alla system fortfarande fungerar men utgående halter ökar. Detta skulle kunna bero av för långt bytesintervall på kolet, trasiga UV-lampor eller dylikt i de fall UV plus kol används som reningsutrustning. Luften leds fortfarande via skorsten på tak och flödet är detsamma.

5.3.2 Underhåll försedimentering

Varje år töms två av försedimenteringsbassängerna för inspektion, och cirka var fjärde år genomförs större underhåll. Slammet från bassängerna pumpas in i röt-kammarna men en viss mängd blir liggande på bassängbotten så att bassängerna får karaktär liknande en slamplatta.

5.3.3 Underhåll röt-kammare

Röt-kammarna avvattnats och töms. Röt-kammarna öppnas sedan mot omgivningsluft och förblir öppna i ca 1 vecka. Underhållet beräknas ske ungefär 1 gång på 5 år.

5.3.4 Olycka med slamspill som följd

Vid pumpning och transport av slam finns alltid en risk för haverier som leder till oavsiktliga slamutsläpp. I föreliggande bedömning har vi antagit att ett större utsläpp sker cirka i gång var 4 år. Detta är en förhållandevis hög frekvens men på detta sätt tar vi även viss höjd för de fall då det inte äger rum stora utsläpp, utan även mindre utsläpp och bristande täckningsrutiner kan antas vägas in här. I detta fall har avståndet till närboende reducerats då denna händelse inte nödvändigtvis inträffar på området.

5.3.5 Omgrävning av biofilter

Om OCO slamlager fortfarande avluftas genom biofilter i den nya anläggningen är det förenat med en luktepisod då detta behöver grävas om. Antagandet är att filtret bör grävas om vart 10 år och att det då tar ca 5 dagar innan det åter är funktionellt.

6 Resultat

6.1 Spridningsberäkningar

Resultatet av spridningsberäkningarna presenteras i Figur 6-1. I denna figur presenteras lukthalten som maximalt timmedelvärde. Denna figur är endast till för att åskådliggöra reningsverkets maximala påverkan i modellen. För utvärderingssyfte används resultatet i Figur 6-2, lukthalt som 99 %-il



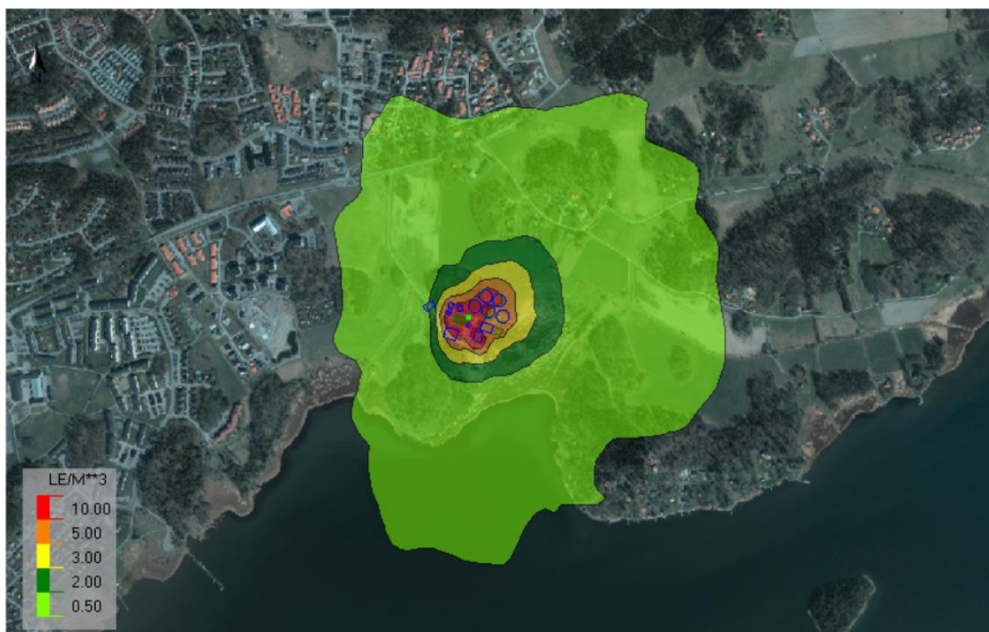
Figur 6-1. Resultatet av modellering spridning av lukt, isolinjerna och halterna presenteras som timmedelvärde uttryckt som maxvärde av timmedel.

Spridningsmönstret visar att utbredningen är störst i nordostlig riktning. Det är även här vi har de flesta ytkällorna på reningsverket.

Spridningsbilden visar att ett stort område hamnar över maximala lukthalter på 0,5 luktenheter, vilket är gränsen för vad som betraktas som luktfritt. Det stora ljusgröna området med lukthalter på 0,5–2 luktenheter sträcker sig ut till det efterfrågade avståndet 1000 meter.

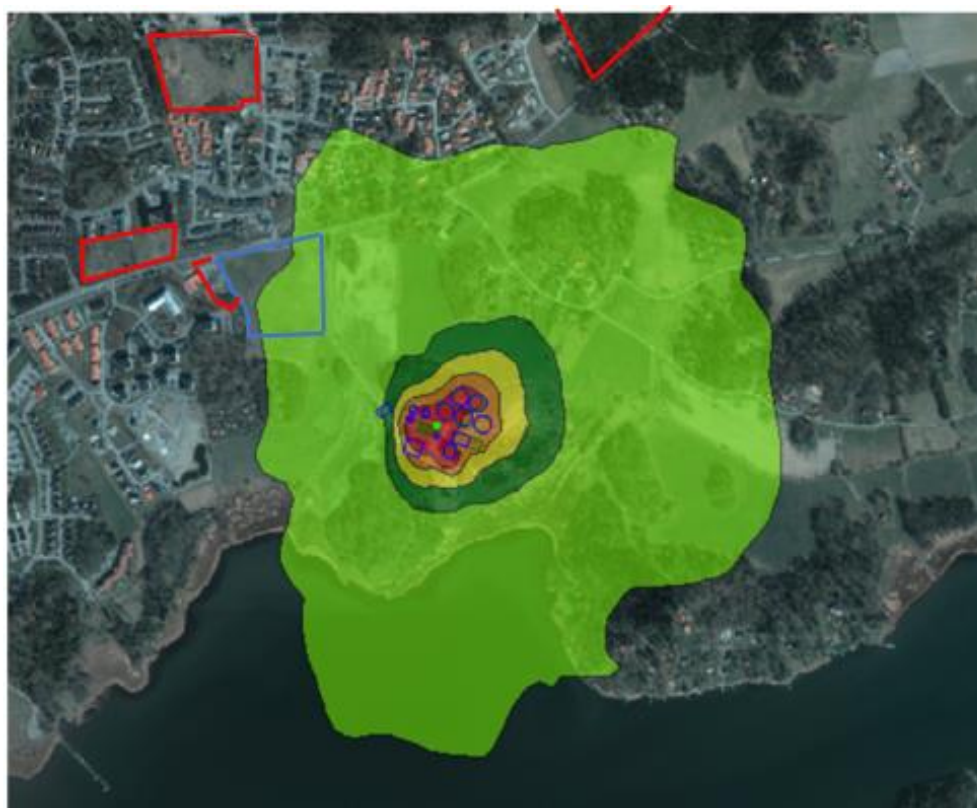
Ju närmare reningsverket desto högre lukthalter, det röda området har lukthalter från 10 l.e./m³.

De värden som nyttjas för utvärdering i denna studie utgör de maximala, det vill säga de beskriver var de högsta halterna förekommer som 99 percentil. Detta innebär att 99 % av alla timmedelvärden underskrider de framräknade värdena. Lukthalt som 99 %-il redovisas i Figur 6-2 nedan.



Figur 6-2. Lukthalt som 99 %-il av timmedelvärde

En kombination av spridningsbilden med pågående planarbete och planbeslut markerade ger Figur 6-3 nedan.



Figur 6-3. Resultat av modelleringen med planerade och beslutade detaljplaner markerade i rött och pågående planskiss markerat i blått. Det pågående planskissområdet nordväst om reningsverket hamnar innanför området med 2-3 luktenheter.

I nuläget är det detaljplan nordväst om avloppsreningsverket som hamnar inom området med påverkan från reningsverket.

6.2 Tillfälliga luktepisoder

De episoder som redovisats i 5.1 beräknades enligt den metod som beskrivs i bilaga A. Det riskindex som blev resultatet av dessa beräkningar återfinns i tabellen nedan.

Tabell 6-1. Luktriskindex.

Luktepisod	Riskindex
Försämrad funktion på luktreningsutrustning	1,2
Underhåll försedimentering	0,2
Underhåll röt-kammare	0,15
Olycka med slampill som följd	0,11
Omgrävning av biofilter	0,12

Tolkningsnyckel för riskindex återfinns i Tabell 6-2 nedan.

Tabell 6-3. Tolkning av riskindex.

Riskindex	Tolkning	Värdering
I > 1	Stor risk för att händelsen skall medföra luktolägenheter hos närboende.	Inte acceptabelt, luktreducerande åtgärder skall värderas.
1 > I > 0,5	Medelstor risk att händelsen skall medföra luktolägenheter hos närboende.	Kan vara ett hinder för att bedriva verksamhet, luktbegränsande åtgärder ska värderas.
0,5 > I > 0,1	Liten till medelstor risk att händelsen medför luktolägenheter hos närboende.	Inget hinder för verksamhetsutövning med luktbegränsande åtgärder bör värderas.
0,1 > I	Liten risk för luktolägenheter hos närboende. Händelsen sker så sällan eller har så liten påverkan att den får anses försumbar.	Acceptabelt, Riskreducerande åtgärder kan värderas.

Som resultatet visar är det enbart risken för en försämrad funktion på luktreduktionsutrustningen som bedöms som en allvarlig risk. Detta beror till stor del på att det i dagsläget inte finns rutiner för drift, underhåll och kontroll av anordningen, eftersom verket inte är i drift. Resultatet ska därför ses som en indikation på vikten av att säkerställa goda rutiner för drift, underhåll och kontroll av luktreduktionsutrustningen.

Övriga risker bedöms som små men en viss eftertanke kan ändå vara lämplig, exempelvis att säkerställa ett effektivt tidsschema för att minimera tidsåtgången vid underhåll.

7 Smittspridning

Lindholmens avloppsreningsverk har idag ett avstånd till närmaste bostäder på 350 meter. Resonemang kring smittspridning utifrån genomförda litteraturstudier förs i det följande.

Generellt sett kan man konstatera att det i litteraturen inte återfunnits några belägg för att hälsoeffekter kan förekomma på grund av utsläpp av bakterier eller endotoxiner

från avloppsreningsverk. Med utgångspunkt från de studerade fallen kan man dock inte säga att det inte kan vara annorlunda vid andra anläggningar än de studerade.

Den huvudsakliga orsaken till skyddsavstånd är inte hälsoeffekter på grund av infektioner som härrör från exempelvis E.coli eller salmonella. Ökad infektionsrisk av detta slag har inte ens kunnat påvisas inne på reningsverk och torde därför vara försumbara vid näraliggande bostäder.

Hälsoeffekter från reningsverk kan noteras hos framförallt reningsverksarbetare. Dessa beror främst av exponering för endotoxiner. Inga studier har hittats där mätningar på endotoxiner genomförts utanför reningsverk. De studier som finns behandlar förekomsten av endotoxiner som ett arbetsmiljöproblem eftersom det är där exponeringen är högst.

Däremot kan man konstatera att åtgärder som innebär inneslutning av de aerosolskapande verksamheterna som exempelvis olika luftningsaktiviteter kan reducera skyddsavståndet väsentligt.

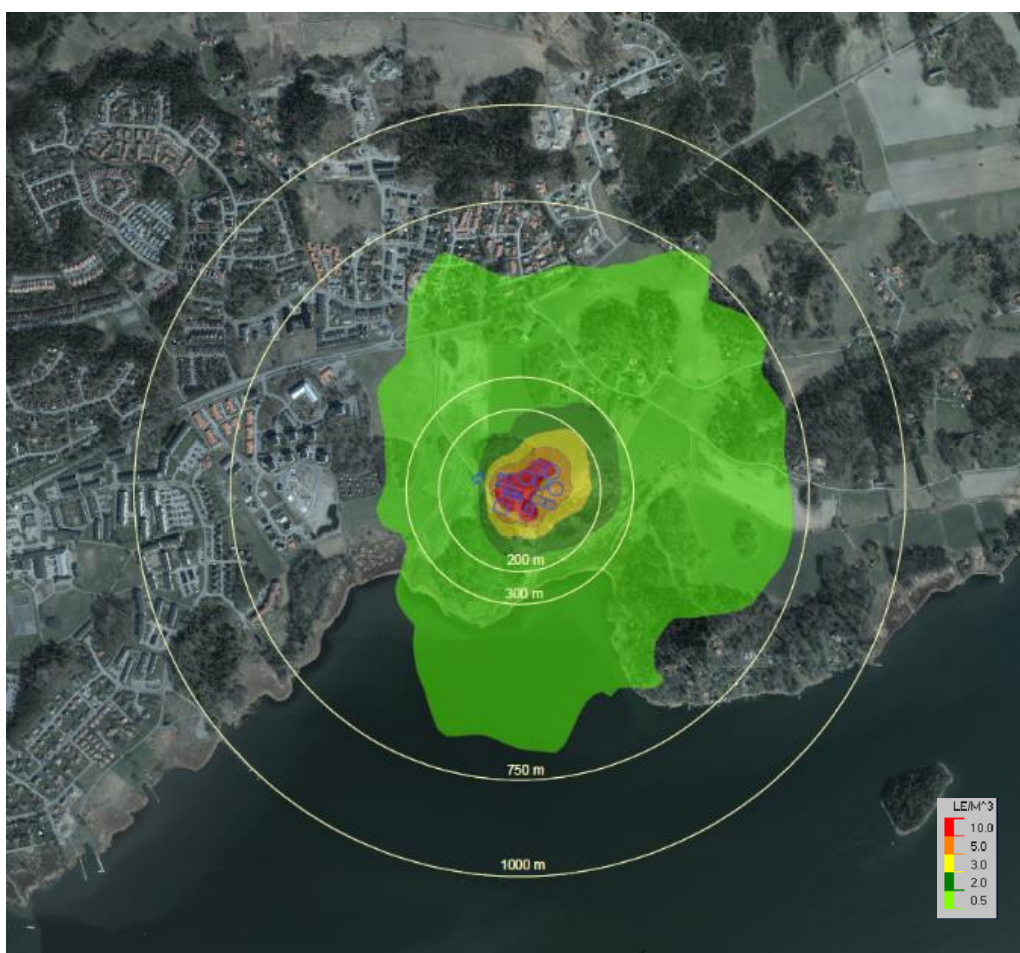
Då Boverket i sina rekommendationer³ konstaterar att "200 m från avloppsreningsverk är inverkan av bakteriehalterna obetydlig" torde 200 m vara ett avstånd som gäller vid öppna bassänger.

Sammantaget visar litteraturen att smittorisken är försumbar såväl utanför som inne på reningsverket. Negativa hälsoeffekter kan dock uppträda på grund av exponering av endotoxiner men vid ett skyddsavstånd på 200 m från aerosolbildande källor bör även denna risk vara försumbar.

³ Boverkets allmänna råd "Bättre plats för arbete", 1995

7.1 Sammanvägd bedömning markanvändning

För att underlätta kommunikationen av risker har följande skyddsavstånd i radie från centrum av reningsverket tagits fram, se Figur 7-1 nedan. Ett skyddsavstånd på 200 m definierades utifrån den största utbredningen av området i gult med 3 – 5 luktenheter, och på motsvarande vis definierades området i mörkgrönt för 2 – 3 luktenheter till 300 m. Ett avstånd där ingen luktpåverkan visas i modellen visas vid 750 m. Vidare definierades en yttre gräns på 1000 m enligt förfrågan från Norrtälje kommun. De föreslagna avstånden bygger på ett enhetligt skyddsavstånd i samtliga väderstreck. Isoinjerna tydliggör att det finns skillnader i utbredning i olika väderstreck. Avstånden skulle således kunna sättas efter isolinjerna, detta kan dock vara mer svårkommunicerat.



Figur 7-1. Baserat på de yttre kanterna av spridningsmönstren har skyddsavstånd i radie från reningsverket på 200 m och 300 m definierats.

I Tabell 7-1 redovisas den värdering av markanvändning för olika luktkoncentrationer och receptorkänslighet som används enligt brittisk standard.

Tabell 7-1. Värdering av lämplig markanvändning beroende med avseende lukthalt i omgivningen enligt brittisk standard för markplanering.

Luktkoncentration (l.e/m ³)	Receptorkänslighet		
	Låg	Mellan	Hög
>10	Stor risk	Stor risk	Stor risk
5-10	Medelstor risk	Stor risk	Stor risk
3-5	Liten till medelrisk	Medelstor risk	Stor risk
2-3	Liten risk	Liten till medelrisk	Medelstor risk
0,5-2	Liten risk	Liten till medelrisk	Liten till medelrisk
<0,5	Liten risk	Liten till medelrisk	Liten till medelrisk

■ Liten risk för luktolägenhet
 ■ Liten till medelrisk för luktolägenhet
 ■ Medelstor risk för luktolägenhet
■ Stor risk för luktolägenhet.

Genom att kombinera de definierade säkerhetsavstånden i Figur 7-1 med värderingarna i Tabell 7-1 har följande riskbedömning sammanställts, se Tabell 7-2 nedan.

Tabell 7-2. Riskbedömning utifrån avstånd från avloppsreningsverket.

Avstånd från reningsverket (m)	Receptorkänslighet		
	Låg	Mellan	Hög
<200	Liten till medelrisk	Stor risk	Stor risk
200-300	Liten risk	Liten till medelrisk	Medelstor risk
300-750	Liten risk	Liten till medelrisk	Liten till medelrisk
>750	Liten risk	Liten till medelrisk	Liten till medelrisk

■ Liten risk för luktolägenhet
 ■ Liten till medelrisk för luktolägenhet
 ■ Medelstor risk för luktolägenhet
■ Stor risk för luktolägenhet.

7.2 Sammanfattande bedömning

På ett avstånd upp till 200 meter från anläggningen är det endast lämpligt med receptorer som definieras ha låg känslighet. I detta område finns användare som inte förväntar sig en luktfri miljö eller att användare främst nyttjar området för genomresa. Exempel på dessa är vandringsleder eller industrimiljöer.

På avståndet 200 – 300 meter från anläggningen finns inga hinder för receptorer med låg känslighet, men kan även fungera för receptorer som definieras som medelkänsliga även om det är något högre risk för luktstörning. Exempel på lämplig markanvändning är då arbetsplatser, köpcentrum, lekparkar eller träningsytor.

På skyddsavstånd 300 – 750 meter från avloppsreningsverket finns inga hinder för receptorer som definieras som låg- och medelkänsliga, men förhöjd risk finns för den högkänsliga receptorn. Detta innebär att det kan innebära risk att använda markområdet till bostäder, skolor, sjukhus och turistmål.

Över 750 meter från anläggningen ligger lukthalten så pass lågt att påverkan bedöms som försumbar. Detta innebär ingen garanti för total luktfrihet men luktstörningar bör uppkomma mer sällan än 80 timmar/år.

Uppdragsgivaren har även påpekat att en pumpstation är aktuell i närområdet. Den exakta placeringen av pumpstationen är ej bestämd, varför pumpstationen som utsläppskälla ej är med i spridningsmodelleringen. Tidigare erfarenheter från modelleringar av pumpstationer visar dock på att en pumpstation med väl dimensionerad reningsutrustning på frånluften har en viss luktpåverkan i en radie om ca 30 m. Detta bör tas i beaktande vid lokalisering av pumpstationen.

Smittspridning är inte en dimensionerad parameter för markanvändning.

8 Diskussion

Med anledning av att reningsverket ej är byggt är samtliga bedömningar baserade på en modell. De antaganden som gjorts gällande utsläpp och luktkoncentrationer är konservativa, vilket ger att verkligheten snarare är bättre än sämre jämfört med det modellerade scenariot. Dock är det även viktigt att ta hänsyn till att modellen utgår ifrån en i övrigt luktfri miljö, vilket inte motsvarar verkligheten.

Luktsinnets starka koppling till känslor är betydande och bör tas hänsyn till då lukt ofta innebär en negativ association. I och med detta är den visuella effekten en viktig aspekt vid markplanering runt reningsverket. I händelse av visuell kontakt med reningsverk blir ofta den upplevda störningen större då luktkällan kan identifieras. Det finns även risk att reningsverket får skulden för lukt som det inte ger upphov till, på grund av den visuella kontakten.

Vilken typ av verksamheter/bebyggelse som kan etablera sig i anslutning till avloppsreningsverket beror på vilken luktkoncentration som bedöms som acceptabel.

Att åtgärda luktolägenhet när den redan uppstått är ofta svårare än att genom förebyggande åtgärder se till att den inte inträffar. Detta med anledning av att människor som upplevt störning ofta är känsligare för ytterligare störning. Vid risk för störning bör närboende också informeras på ett enkelt sätt. God kommunikation och att vara förberedd på något obekvämt minskar risken för störning. Exempelvis skulle reningsverket på hemsidan kunna flagga upp för kommande projekt/driftunderhåll om kan ge ökad luktblastning i området.

Skulle Norrtälje kommun ytterligare vilja reducera risken för luktolägenhet i närheten av reningsverket finns fler luktreducerande åtgärder att tillgå. Exempelvis skulle fler av processtegen byggas in eller täckas över, eller att man ytterligare ökar skorstenshöjden för att öka spridningen.

9 Slutsatser och rekommendationer

Utifrån denna rapports bedömningsgrund rekommenderas följande markanvändning kring reningsverket:

- Inom en radie av 200 m: vandringsleder, okänslig verksamhet.
- Inom en radie av 200–300 m: ovan nämnda aktiviteter och även arbetsplatser, köpcentrum, lekplatser, träningslokaler.
- Inom en radie av 300–750 m: ovan nämnda aktiviteter och även bostäder, skolor, dock med något förhöjd risk för luktstörning.

- Vid över 750 m avstånd påvisar modellen enbart försumbar risk för luktstörning. Detta innebär ingen garanti för total luktfrihet men luktstörningar bör uppkomma mer sällan än 80 timmar per år.

En mycket viktig faktor för att luktsituationen i närområdet ska vara så bra som möjligt är fungerande reningsteknik. Vid projektering bör redundans prioriteras högt och ha hög beredskap gällande åtgärder.

Då detaljplanelagt beslutat område med planerade bostäder delvis ligger i ett område med förhöjd risk för luktstörning bör utformningen av reningsverket vara sådan att det finns en plan att vidta om luktolägenheter uppstår, samt en definition av sådan olägenhet vid vilken fler luktreducerande åtgärder är rimliga att vidta. Utformning av anläggningen kan med fördel förberedas på ytterligare steg, exempelvis inbyggnad av bassänger. Implementeringen av dessa ytterligare steg kan triggas av antingen klagomål från närboende eller resultat från mer avancerade modeller med bättre indata.

Det är en fördel att arbeta in luktfrågan brett i miljöarbetet. Det bör exempelvis finnas en lukthanteringsplan för kontinuerlig hantering av luktfrågan där kommunikation med närboende är av stor vikt.

Ur smittspridningssynpunkt visar litteraturen sammantaget att smittorisken är försumbar såväl utanför som inne på reningsverk. Negativa hälsoeffekter kan dock uppträda på grund av exponering av endotoxiner. Vid ett skyddsavstånd på 200 m från aerosolbildande källor bör även denna risk vara försumbar och vid inbyggnad/täckning av aerosolskapande källor kan skyddsavståndet reduceras ytterligare.

Luktriskvärdering

1 Metod

Vid workshop hos reningsverket görs en genomgång av processer i syfte att identifiera planerade och oplanerade driftsstopp som kan påverka luktbilden.

De identifierade luktriskerna graderas efter tre olika kriterier; varaktighet, påverkan och frekvens. Varaktighet och frekvens bygger på erfarenheter från tidigare händelser på reningsverket. Påverkan bedöms genom att göra en uppskattning av luktutsläppet baserat på genomförda mätningar.

För att bedöma luktrisken används KVALUR (**kvantifiering av luktrisiko**) metoden som beskrivs i de norska riktlinjerna för hantering av luktfrågor. Metoden i sin helhet finns beskrivet i bilaga 3 till TA 319 "Regulering av luktutslipp i tillatelse etter forurensningsloven".

KVALUR beräknar sannolikhet och konsekvens av ett luktutsläpp och använder dessa för att bestämma ett riskindex.

Sannolikheten för en händelse beräknas enligt

$$P = \frac{t}{8760}$$

Där t är antalet timmar per år som händelsen förväntas inträffa. För att korrigera för att immissionsgränserna för lukt är satta som 99-percentil räknas parameterns P_{korr} fram.

$$p_{korr} = p * 100$$

Detta innebär att händelser som inträffar mer än 1 procent av tiden betraktas som kontinuerliga.

För att räkna ut konsekvensen beräknas påverkansområdet för luktutsläppet enligt

$$K = 1,8 * Q^{0,65}$$

Där K är påverkansområdet i meter från utsläppet och Q är luktflödet i l.e/s. Denna förenklade spridningsberäkning har visat sig stämma bra på marknära källor. Vid utsläpp genom skorsten får parametrar som skorstenhöjd, väderförhållanden och topografi större inflytande vilket gör den förenklade modellen ovan felaktig. I föreliggande fall är dock alla utsläpp som identifierats i luktriskworkshopen att betrakta som marknära.

Ovanstående faktorer kombineras sedan till ett riskindex, I, enligt

$$I = \frac{P_{korr} * K}{d_{Närboende}}$$

Där d är avståndet från utsläppskällan till närmsta receptorpunkt.

MEMO

Tabell 1 Tolkning och värdering av aggregerade riskindex

Riskindex	Tolkning	Värdering
$I > 1$	Stor risk för att händelsen skall medföra luktolägenheter hos närboende	Inte acceptabelt Luktreducerande åtgärder skall beaktas
$1 > I > 0,5$	Medelstor risk att händelsen skall medföra luktolägenheter hos närboende	Kan vara ett hinder för att bedriva verksamhet, luktbegränsande åtgärder ska värderas
$0,5 > I > 0,1$	Liten till medelrisk att händelsen medför luktolägenheter hos närboende	Inget hinder för verksamhetsutövning med luktbegränsande åtgärder bör värderas
$0,1 > I$	Liten risk för luktolägenheter hos närboende. händelsen sker så sällan eller har så liten påverkan att den får anses försumbar	Acceptabelt. riskreducerande åtgärder kan värderas

Handläggare
Markus Olofsgård
Tel
+46 10 505 94 07
Mobil
+46 70 356 62 10
E-post
Markus.olofsgard@afry.com
Datum
2020-03-09
Projekt ID
796334

Mottagare
Norrtälje kommun

Litteraturstudie avseende smittspridning vid avloppsreningsverk

1 Syfte

Detta PM syftar till att sammanfatta det aktuella kunskapsläget vad gäller risken för negativa hälsoeffekter kring avloppsreningsverk.

2 Metod

Föreliggande PM har sammanställt med utgångspunkt från genomförd litteraturstudie.

Utgångspunkt från den genomförda litteraturstudien har varit de utredningar som genomförts vid svenska avloppsreningsverk, det vill säga för Kristianstad (*Malmberg & Tinnerberg, 2009*), Lidköping (*Tondel, 2010*) samt Tivoliverket i Sundsvall (*Schönning, 2010*).

Härutöver har även en samling artiklar bland annat samlade i EPA:s (*US Environmental Protection Agency*) sammanställning *Wastewater Aerosols and Disease* studerats.

På senare år har studier av hälsoeffekter gått från att handla om bakterier och virus till endotoxiner. Särskilt då det gäller luftburen smitta varför även denna fråga behandlas i denna PM.

Slutligen studeras tillgängliga källor på smittspridning av COVID-19 från avloppsreningsverk.

3 Förutsättningar och begränsningar

Detta PM är en litteraturstudie av de utredningar som genomförts vid svenska avloppsreningsverk, det vill säga för Kristianstad (*Malmberg & Tinnerberg, 2009*), Lidköping (*Tondel, 2010*) samt Tivoliverket i Sundsvall (*Schönning, 2010*).

Härutöver har även en samling artiklar bland annat samlade i EPA:s (*US Environmental Protection Agency*) sammanställning *Wastewater Aerosols and Disease* studerats.

På senare år har studier av hälsoeffekter gått från att handla om bakterier och virus till endotoxiner, som enkelt kan beskrivas som cellmembranet hos gramnegativa bakterier (*Rylander & Lundholm, 1997*).

Slutligen studeras tillgängliga källor på smittspridning av COVID-19 från avloppsreningsverk med anledning av rådande situation i världen.

4 Förekomst

Generellt kan sägas om ämnen med negativa hälsoeffekter från reningsverk att det främst rör sig om entero-patogener. Det vill säga patogener som härrör från och lever i mag- och tarmsystem (Cronholm, 1980). Dessa patogener smittar företrädesvis via födo- eller vätskeintag och i betydligt mindre utsträckning via inandning (Cliver, 1979). Typiska bakteriegrupper som återfinns i vatten och luft vid reningsverk är fekala koliforma bakterier såsom E. coli (Escherichia coli) och pseudomonas. Dessa bakterier orsakar vanligtvis diarréer men kan i sina värsta former leda till EHEC (enterohemorragisk E. coli-infektion), hudåkommor och ögoninfektioner.

I samband med utbrott av andra sjukdomar såsom salmonella eller polio i upptagningsområdet kommer dessa bakterier med största sannolikhet även att återfinnas i reningsverket. Om än i starkt utspädd form.

Den andra gruppen av hälsovådliga ämnen som förekommer vid reningsverk är endotoxiner, som utgörs av ämnen som återfinns i bakteriecellen men inte i djurcellen. Ordet betyder bokstavligen "inre gift" men är till skillnad från exotoxiner inget som bakterierna aktivt utsöndrar. Vid bakteriens död läcker endotoxinerna ut och närvaron av dem är därför en kraftig varningssignal för immunförsvaret om pågående infektion. Endotoxiner kan ge upphov till många symptom som förknippas med infektioner såsom magsjuka, illamående, diarréer, hudrodnad och huvudvärk.

5 Exponering

Samtliga genomgångna studier fokuserar på aerosoler som den huvudsakliga spridningen av patogener från reningsverk. Ur en medicinsk bedömning för bostadsbyggande nära ett reningsverk i Lidköping 2010 konstaterades det att aerosoler är den huvudsakliga smittspridningsorsaken. Övriga reningssteg och slamhantering bedömdes inte innebära någon miljömedicinsk risk (Tondel, 2010).

Detta har lett fram till att aerosolspridning har setts som den dimensionerande smittspridningsfaktorn. Andra spridningsvägar såsom slamdamm eller vektorer (t.ex. insekter eller fåglar) bedöms utifrån ovanstående resonemang vara mindre betydande och påverkar således inte ett skyddsavstånd. Spridning med vektorer ses generellt inte som ett problem vid svenska reningsverk.

Från tidigare mätningar som genomförts avseende patogener kan slutsats dras om att en ökad koncentration kan förväntas i omgivningsluften kring avloppsreningsverket. Dessa koncentrationer avtar dock snabbt med avståndet till reningsverket.

Inga studier har hittats beträffande mätningar av endotoxinhalter utanför reningsverk. Förekomst av endotoxiner behandlas främst som ett arbetsmiljöproblem eftersom halterna i arbetsmiljön vida överstiger omgivningshalterna.

6 Hälsoeffekter

För att bakterier och virus ska orsaka negativa hälsoeffekter räcker det inte med enbart exponering. Exponeringen måste leda till en infektion, det vill säga att patogenen får fäste och möjlighet att föröka sig.

De studier som är gjorda på hälsoeffekter kan delas in i två huvudgrupper. Populationsstudier, som undersöker hur närboende till reningsverk påverkas, och yrkesmedicinska studier som studerar anställda vid reningsverk.

6.1 Populationsstudier

Populationsstudiernas syfte är i flertalet fall att försöka kartlägga de effekter som kan antas komma av exponering av de patogener som har sitt ursprung i reningsverksprocesser. Det visar sig emellertid att ett enkelt dos-respons förhållande är svårt att fastslå för dessa patogener (Cliver, 1979).

Vissa studier har gjorts för att försöka finna ett sådant förhållande. För *E. coli* visade ett försök med frivilliga försökspersoner att det krävdes ett intag av 10⁴ (infektion) till 10⁸ (sjukdom) bakterier (Cliver, 1979). Försöksgruppen var dock begränsad och det är därför svårt att fånga upp variationer i befolkningen. Svaga grupper som till exempel barn, gamla och sjuka skulle kunna visa på tidigare insjuknande.

Ett flertal studier har fokuserat på huruvida insjuknande har något samband med närheten till avloppsreningsverk. Ett flertal sådana studier undersökte sambandet mellan insjuknande, exponering och avstånd till reningsverket (Fannin m.fl., o.a., 1979) (Northrop, m.fl., 1979). Alternativt där insjuknande jämförs före respektive efter uppstart av reningsverk. (Johnsson, m.fl., 1979). Eller där frånvaron på näraliggande skola jämförs före och efter driftstagning av reningsverk (Camann, m.fl., 1980).

Gemensamt för samtliga studier är att i inget fall kan något avståndsberoende vad gäller insjuknande upptäckas. Generellt sträcker sig dock det undersökta området från 350 m från reningsverket till 5 km. Undantaget är undersökning på skolbarn där reningsverkets luftade bassänger låg 50 m från en skola. Ingen ökad frånvaro kunde märkas vid idrifttagning av reningsverket.

I så gott som samtliga fall har dock en ökad koncentration av patogener kunnat mätas upp i omgivningsluften. Dessa koncentrationer avtar dock tydligt med ökande avstånd till reningsverket. Det bör också betonas att flertalet bakterier från reningsverk (*E. coli* mm) är enteropatogener och smittar främst via föda och inte via inandning (Cronholm, 1980).

I efterföljande diskussion konstateras att det troliga och i viss mån förväntade dos-respons sambandet saknas i studierna. Som en trolig förklaring är att den största exponeringen sker via inandning som inte är en huvudsaklig smittväg för de aktuella patogenerna. (Pahren, m. fl., 1979)

Vid försök med möss har det visat sig att möss som andats luft vid reningsverk har haft förhöjda halter av bl.a. *E. coli* i lungorna precis vid avslutad exponering. Två veckor efter exponering kunde emellertid inga spår av *E. coli* upptäckas. Inga av mössen uppvisade någon form av sjukdomstecken (Cronholm, 1980).

6.1.1 Yrkesmedicinska studier

Ett flertal studier har försökt att visa på ett samband mellan arbete vid avloppsreningsverk och en högre grad av parasitiska, bakteriella eller virala infektioner. Studierna visar dock att sådana samband är svaga eller obefintliga (Clark, o.a., 1979).

Reningsverksarbetare är dock mer drabbade av sjukdomssymptom än kontrollgrupper. Dessa symtom kan allt som oftast härledas till inandning av endotoxiner som finns på utsidan av vissa sorters bakterier. Sambandet mellan höga endotoxinhalter och inflammatoriska sjukdomssymptom har påvisats av bland annat Ragnar Rylander (Rylander, 1999).

7 Svenska fallstudier

I samband med förändringar i eller kring reningsverk i Sverige har utredningar kring skyddsavstånd utförts. Nedan redovisas slutsatserna från dessa utredningar i korthet.

7.1 Kristianstad

Arbets- och miljömedicin i Lund (AMM) har gjort en miljömedicinsk bedömning av luktolägenhet och smittrisk för området. I sammanfattningen från rapporten anges att det inte går att tillstyrka ett avsteg från det vanligen rekommenderade skyddsavståndet på 1 000 m för ett reningsverk med den kapaciteten som finns i Kristianstad. Skyddsavståndet på 1 000 m gäller emellertid huvudsakligen för lukt. Ingenstans i utredningen ges underlag för att smitta skulle sprida sig över de avstånden (Malmberg & Tinnerberg, 2009).

7.2 Lidköping

I Lidköpingsstudien konstateras att det finns begränsad kunskap rörande smittspridning från avloppsreningsverk.

Utredningen drar slutsatsen att eventuell smittspridning från reningsverk härrör från aerosoler som bildats vid luftade bassänger. Övriga moment i reningsprocessen anses inte vara någon miljömedicinsk risk. Vidare konstaterar utredningen att livskraftiga bakterier har hittats i aerosoler som har transporterats upp till 300 m.

Slutsatsen är således att människor kan utsättas för bakterier från avloppsreningsverket på avstånd upp till 300 m från de luftade bassängerna (Tondel, 2010).

7.3 Sundsvall

I studien rörande Tivoliverket i Sundsvall, utförd av Smittskyddsinstitutet görs bedömningen att ett skyddsavstånd på 30 m från reningsverket kan uppnås. Tivoliverket är emellertid inbyggt i ett bergrum och har således inte samma spridning av aerosoler.

Smittskyddsinstitutet hänvisar i studien till boverkets skrift "Bättre plats för arbete" där boverket konstaterar att "200 m från avloppsreningsverk är inverkan av bakteriehalterna obetydlig" (Boverket, 1995).

Utredningen konstaterar även att smitta huvudsakligen är en risk för reningsverksarbetarna som är utsatta för den högsta exponeringen (Schönning, 2010).

8 COVID-19

Enligt branschorganisationen Svenskt Vatten förekommer ingen särskild ökad risk för VA-personal (Svenskt Vatten, 2020). Detta uttalande bygger på en rapport från WHO och UNICEF som konstaterade den 3 mars 2020 att det inte finns några bevis för att COVID-19 överlever i dricksvatten eller avloppsvatten, och inga andra källor med senare datum som motsäger detta har upptäckts i denna litteraturstudie.

I dagsläget mäts COVID-19 i avloppsvattnet genom att påvisa närvaron av RNA från viruset. Prover från avloppsvatten koncentreras med ultrafiltrering, "Polyethylene glycol" (PEG) sedimentering eller annan metod, RNA extraheras och detekteras sedan

med "Polymerase Chain Reaction" (PCR) metoder (Center for Disease Control and Prevention, 2020).

Med nuvarande metoder kan inte mängden virus kvantifieras i ett samhälle, men spridning kan dokumenteras och trender i mängden kan uppskattas.

9 Slutsatser

Generellt sett kan man konstatera att det i litteraturen inte återfunnits några belägg för att hälsoeffekter kan förekomma på grund av utsläpp av bakterier eller endotoxiner från avloppsreningsverk. Däremot kan man inte med utgångspunkt från de studerade fallen utesluta att sådana effekter kan uppstå vid andra anläggningar än de studerade. Obeaktat detta förs i det följande ändå ett resonemang om vad som kan betraktas som troligt utifrån vad som återfunnits i litteraturen.

Den huvudsakliga orsaken till skyddsavstånd är inte hälsoeffekter på grund av infektioner som härrör från exempelvis e.coli eller salmonella. Ökad infektionsrisk av detta slag har inte ens kunnat påvisas inne på reningsverk och torde därför vara försumbara vid näraliggande bostäder.

Hälsoeffekter från reningsverk kan noteras hos framförallt reningsverksarbetare. Dessa beror främst av exponering för endotoxiner. Inga studier har hittats där mätningar på endotoxiner genomförts utanför reningsverk. De studier som finns behandlar förekomsten av endotoxiner som ett arbetsmiljöproblem eftersom det är där exponeringen är högst.

Av denna anledning kan inte exponeringsrisken för endotoxiner utanför området värderas inom ramen för denna PM. Om man vill klargöra detta förhållande krävs ett mer ingående arbete av forskningskaraktär där frågan kan avgöras genom regelrätta mätningar.

Däremot kan man konstatera att åtgärder som innebär inneslutning av de aerosolskapande verksamheterna som exempelvis olika luftningsaktiviteter kan reducera skyddsavståndet väsentligt, se ovannämnda utredning från Sundsvall i kapitel 7.3.

Då Boverket i sina rekommendationer konstaterar att "200 m från avloppsreningsverk är inverkan av bakteriehalterna obetydlig" torde 200 m vara ett avstånd som gäller vid öppna bassänger.

Sammantaget visar litteraturen att smittorisken är försumbar såväl utanför som inne på reningsverket. Negativa hälsoeffekter kan dock uppträda på grund av exponering av endotoxiner men vid ett skyddsavstånd på 200 m från aerosolbildande källor bör även denna risk vara försumbar.

10 Referenser

- Camann, D. E., Harding, J. H., & Johnson, D. (1980). Wastewater Aerosol and School Attendance monitoring at an advanced wastewater treatment facility: Durham plant, Tigard, Oregon. *wastewater aerosols and diseases* (ss. 160-179). Cincinnati: U S environmental protection Agency.
- Center for Disease Control and Prevention. (den 23 november 2020). *Testing methods*. Hämtat från <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/cases-updates/wastewater-surveillance/testing-methods.html>
- Clark, C., Van Meer, G., Linnemann, C., Bjornson, A., Gartside, P., Schiff, G., . . . Cleary, E. (1979). health effects of occupational exposure to wastewater. *Wastewater Aerosols and disease* (ss. 239-265). Cincinnati: U S Environmental protection agency.
- Cliver, D. O. (1979). infection with minimal Quantities of pathogens from wastewater aerosols. *wastewater aerosols and disease* (ss. 78-90). Cincinnati: U S Environmental protection agency.
- Cronholm, I. s. (den 1 jan 1980). Potential health hazards from microbial aerosols in densely populated urban regions. *Applied environmental microbiology*, ss. 6-12.
- Fannin, K. F., Cochran, K. W., Lamphiear, D. E., & Monto, A. S. (1979). Acute illness differences with regard to distance from the Tecumseh, Michigan, Wastewater treatment plant. *Wastewater and aerosol diseases* (ss. 117-135). Cincinnati: U.S Environmental protection agency.
- Gästrike Vatten. (den 29 oktober 2020). Tillståndsansökan enligt miljöbalken för nytt avloppsreningsverk i Gävle.
- Gävle Kommun. (den 15 juni 2020). Fördjupad översiktsplan för Norra Brynäs. Antagandehandling. Antagen av Kommunfullmäktige den 15 juni 2020. Dnr. 18KS360.
- Johnsson, D. E., Camann, D. E., Kimball, K. T., Prevost, J. R., & Thomas, R. E. (1979). Health effects from wastewater aerosols at a new activated sludge plant: John Egan plant, Schamburg, Illinois. *wastewater aerosols and diseases* (ss. 136-158). Cincinnati: U S environmental protection agency.
- Laitinen, S., Nevalainen, A., Kotimaa, M., Liesivuori, J., & Martikainen, P. (1992). relationship between bacterial counts and endotoxin concentration in the air of wastewater treatment plants. *Applied and environmental microbiology*, 3774-3776.
- Malmberg, b., & Tinnerberg, H. (2009). *Miljömedicinsk bedömning av smittspridning och skyddsavstånd från Centrala reningsverket i Kristianstad*. Lund: Arbets- och miljömedicin Lund.
- Northrop, R., Carnow, B., Wadden, R., Rosenberg, S., Neal, A., Sheaff, L., . . . Scheff, P. (1979). Health effects of aerosols emitted from an activated sludge plant. *Wastewater aerosols and diseases* (ss. 180-227). Cincinnati: U S environmental protection agency.
- Pahren, H. R., McCabe, L. J., Singal, M., & Clark, S. C. (den 01 Januari 1979). Assesment of health effects panel discussion. (U. S. agency, Intervjuare)

- Pahren, H., & Jakubowski, W. (1979). Wastewater and aerosols and disease. *Wastewater and aerosols and disease* (s. 366). Cincinnati: U.S Environmental Protection Agency.
- Rylander, R. (den 18 dec 1999). Health effects among workers in sewage treatment plants. *occupational environmental medicin*, ss. 354-357.
- Rylander, R., & Lundholm, M. (1997). Responses to wastewater exposure with reference to endotoxins. *Wastewater aerosols and diseases* (ss. 90-98). Cincinnati: U S environmental protection agency.
- Schönning, C. (2010). *Bedömning av utredning om smittspridningsrisker i Förstudie för Tivoliverket kontra planerad bebyggelse*. Stockholm: Smittskyddsinstitutet.
- Svenskt Vatten. (den 1 april 2020). *Coronavirus – ingen särskild risk för VA-personal*. Hämtat från <https://www.svensktvatten.se/om-oss/nyheter-lista/coronavirus--ingen-sarskild-risk-for-va-personal/>
- Tondel, M. (2010). *miljömedicinsk bedömning inför bostadsbyggande Nära reningsverket i Lidköping*. Göteborg: Miljömedicinskt centrum, västra Götaland.
- Toren, K., Albin, M., Wigaeus, E., Törner, M., Dellve, L., Persson, R., & Svendsen, K. (2011). *The nordic expert group for criteria documentation of health risks from chemicals and the dutch expert committee on occupational Safety 144.Endotoxins*. Göteborg: University of gothenburg.

PM

Handläggare
Eckerman, Sofie
Tel
+46 105 05 99 38
Mobil
+46 706 91 02 25
E-mail
Sofie.Eckerman@afry.com
Datum
18/11/2021
Project ID
202909

Mottagare
Norrtälje kommun

Kompletterande luktutredning och åtgärdsförslag, Lindholmens avloppsreningsverk

1 Inledning

AFRY har på uppdrag av Norrtälje kommun tagit fram föreliggande PM som en komplettering till tidigare utförd luktutredning vid Lindholmens avloppsreningsverk, Norrtälje kommun.

I detta PM utreds de åtgärder genom vilka det är möjligt att minska skyddsavstånd kring planerat reningsverk. Utöver detta har en grov kostnadsuppskattning gjorts för respektive alternativ i syfte att rangordna och identifiera eventuella hållpunkter inför fortsatt projektering.

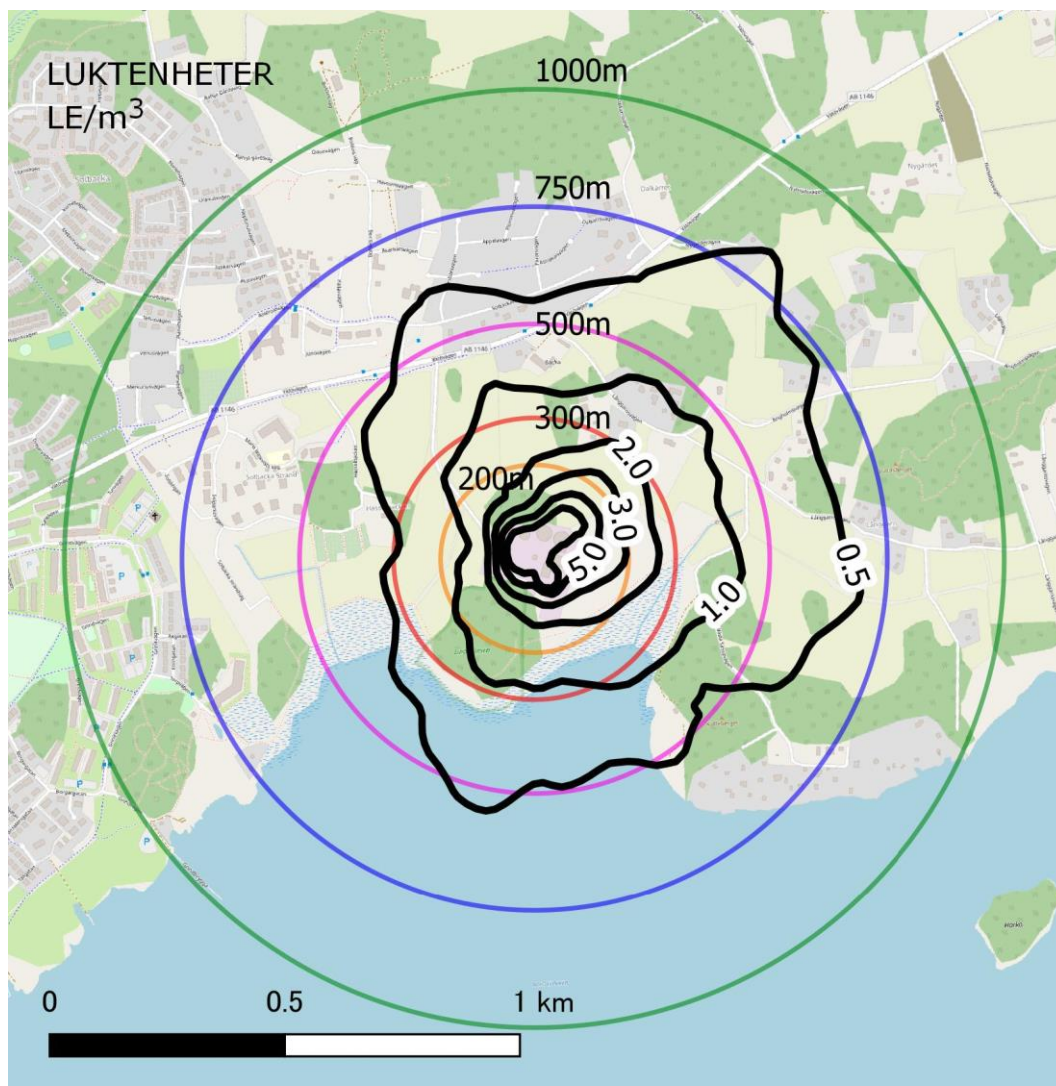
2 Bakgrund

För Norrtälje stad pågår arbete med framtagande av en fördjupad översiktsplan för att kunna möta den växande befolkningen. Som ett led i detta planeras en utbyggnad av Lindholmens avloppsreningsverks kapacitet med hänsyn till den ökande befolkningsmängden.

AFRY har på uppdrag av Norrtälje kommun tagit fram en risk- och konsekvensbedömning som ska användas som underlag till beslut om skyddsavstånd och lämplig markanvändning i närheten av det planerade reningsverket.

Resultatet av spridningsberäkningar vid grundscenariot syns i figur nedan:

PM



Figur 1. Bild som visar tidigare utförd spridningsmodellering över grundscenariot. I tillägg till tidigare isolinjer har bilden uppdaterats med fler avståndsringar och ytterligare 99 %-il för lukt. Resultatet av spridningsberäkningarna presenteras som timmedelvärde uttryckt som 99 %-il.

Utifrån denna rapportens bedömningsgrund rekommenderas följande markanvändning kring reningsverket:

- Inom en radie av 200 m: vandringsleder, okänslig verksamhet.
- Inom en radie av 200–300 m: ovan nämnda aktiviteter och även arbetsplatser, köpcentrum, lekplatser, träningslokaler.
- Inom en radie av 300–750 m: ovan nämnda aktiviteter och även bostäder, skolor, dock med något förhöjd risk för luktstörning.
- Vid över 750 m avstånd påvisar modellen enbart försumbar risk för luktstörning.

PM

Vidare avser föreliggande rapport bidra med ett kort resonemang kring risknivå, luktolägenhet för högkänsliga receptorer kan uppstå vid grundscenariot på avståndet närmare reningsverket än det rekommenderade, det vill säga på ett avstånd 300 - 750 meter.

3 Förutsättningar

Detta PM är en bilaga och en komplettering till tidigare utförd luktutredning¹ 2021. Samtliga ingångsdata och förutsättningar är desamma som i tidigare utredning.

Indata för kostnadsuppskattning är schablonvärden per kvadratmeter för uppförande av byggnad alternativt aluminiumtäckning.

3.1 Åtgärder

Genom samtal med personal vid reningsverket har möjliga luktreducerande åtgärder diskuterats fram. Utgångspunkt för åtgärdsbeskrivningarna är att marknära ytkällor täcks in och ventileras till utsläppspunkt genom befintlig skorsten i slambyggnad. Ingen ytterligare reningsteknik har lagts till. Beskrivning av åtgärderna syns i tabell nedan:

¹ 796334 Luktutredning Lindholmens avloppsreningsverk, AFRY, 2021

PM

Tabell 3-1. Åtgärder för luktreducering.

Scenario	Beskrivning
A	Täckning av försedimentering.
B	Täckning av försedimentering och OCO-reaktorer.
C	Täckning av försedimentering, OCO-reaktorer samt nya sedimenteringsbassänger.
D	Täckning av försedimentering, OCO-reaktorer och samtliga sedimenteringsbassänger.
E	Täckning av försedimentering, OCO-reaktorer samt höj skorsten till 40 meters höjd.

3.2 Spridningsberäkningar

För respektive åtgärd har en spridningsmodellering gjorts.

3.3 Spridningsmodell

Spridningsberäkningarna har utförts med spridningsmodellen AERMOD som är utvecklad av USEPA (*United States Environmental Protection Agency*). Modellen baseras på gaussisk spridning som i denna tillämpning kan beräkna effekten av många olika typer av samverkande källor och som beskriver det meteorologiska inflytandet av spridningen på ett realistiskt sätt.

Systemet beräknar effekter på spridning av föroreningar som uppkommer i det atmosfäriska gränsskiktet under olika väderbetingelser, liksom effekten av plymlyft och nerslag av rökgasplymen orsakat av bland annat byggnader i närheten och skorstenhöjd med mera. Beräkningar genomförs med lokala väderdata.

SMHI, som är Sveriges referenslaboratorium för spridningsmodeller, listar AERMOD som en rekommenderad modell på sin hemsida².

Tre olika applikationer ingår i denna modell, dessa är:

1. **AERMET** är en specialanpassad beräkningsapplikation för att beräkna de meteorologiska parametrarna för bland annat 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.

² <http://www.smhi.se/reflab/luftkvalitetsmodeller>

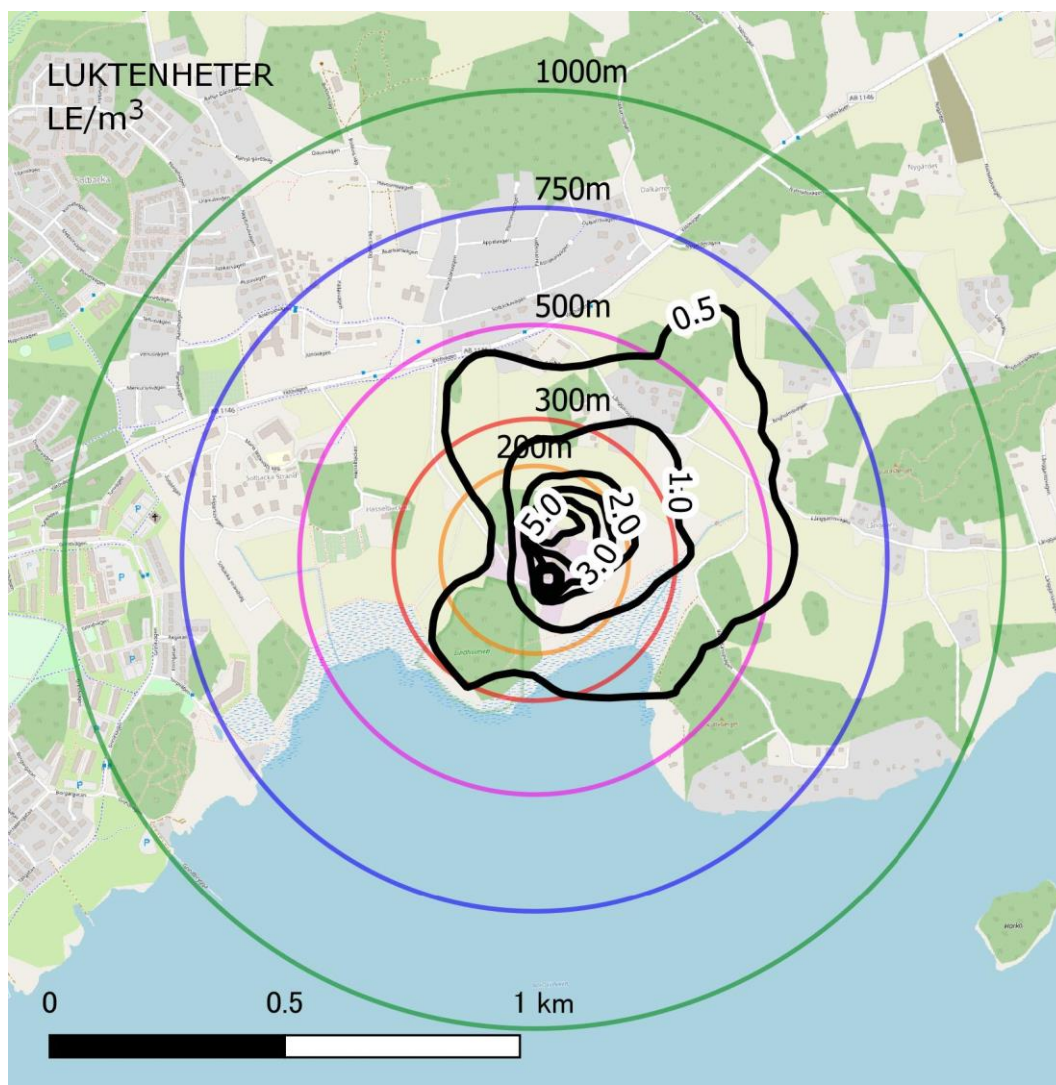
PM

Bland parametrar som ingår i beräkningarna 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.).

4 Resultat av spridningsberäkningar

I följande avsnitt presenteras resultaten av spridningsberäkningar i en kartbild med isolinjer för lukthalter och avståndsringar med olika radie från reningsverket. I utrymmet mellan isolinjerna finns ett intervall av luktkoncentrationerna.

4.1 Scenario A



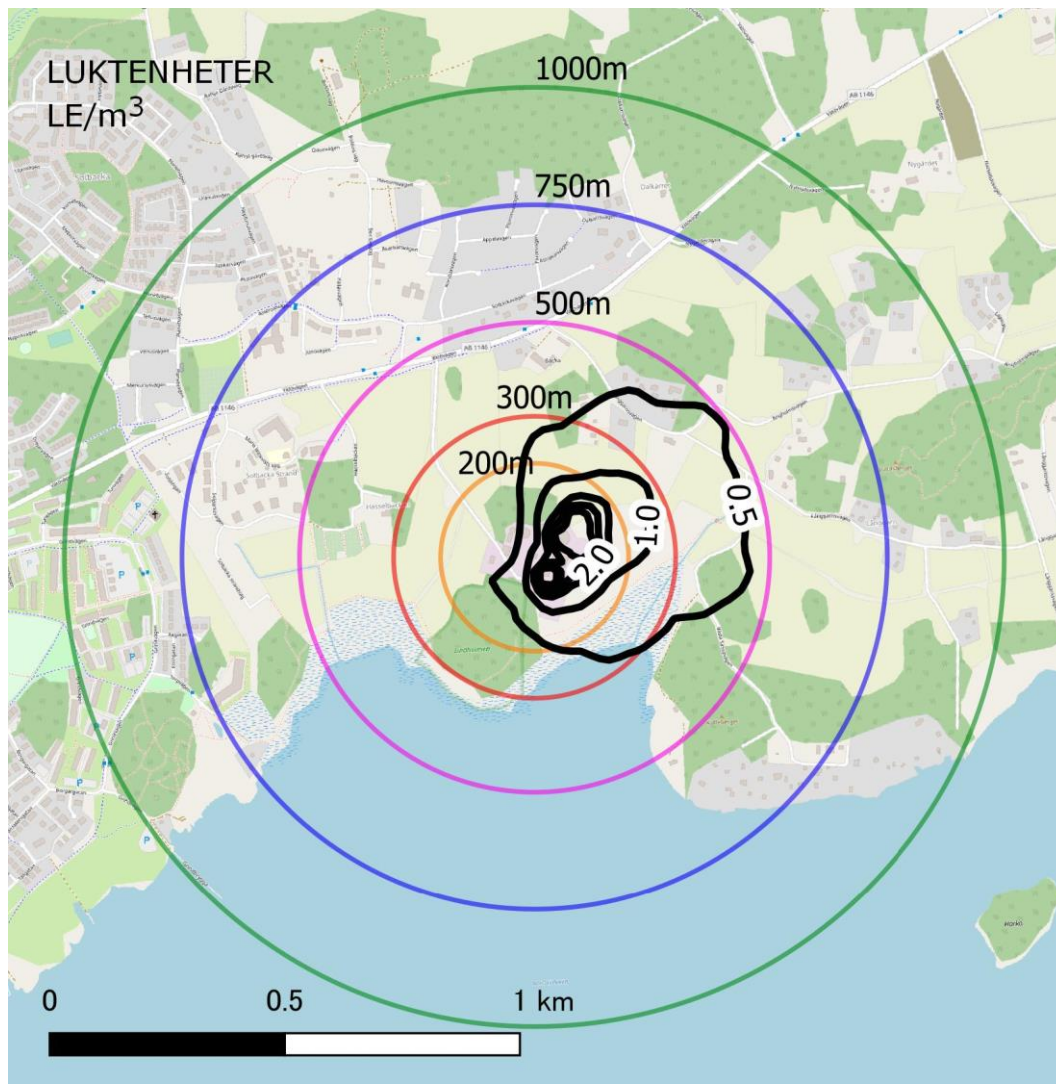
Figur 2. Resultatet av modellering för spridning av lukt vid scenario A, isolinjerna och halterna presenteras som timmedelvärde uttryckt som 99%-il.

Vi detta scenario byggs försedimenteringen in helt genom en kombination av byggnad och aluminiumtäckning. Jämfört med grundscenariot visar resultatbilden att

PM

skyddsavståndet om 500 meter täcker in större delen av det område som enligt beräkningarna har luktkoncentration över 0,5 l.e/m³.

4.2 Scenario B

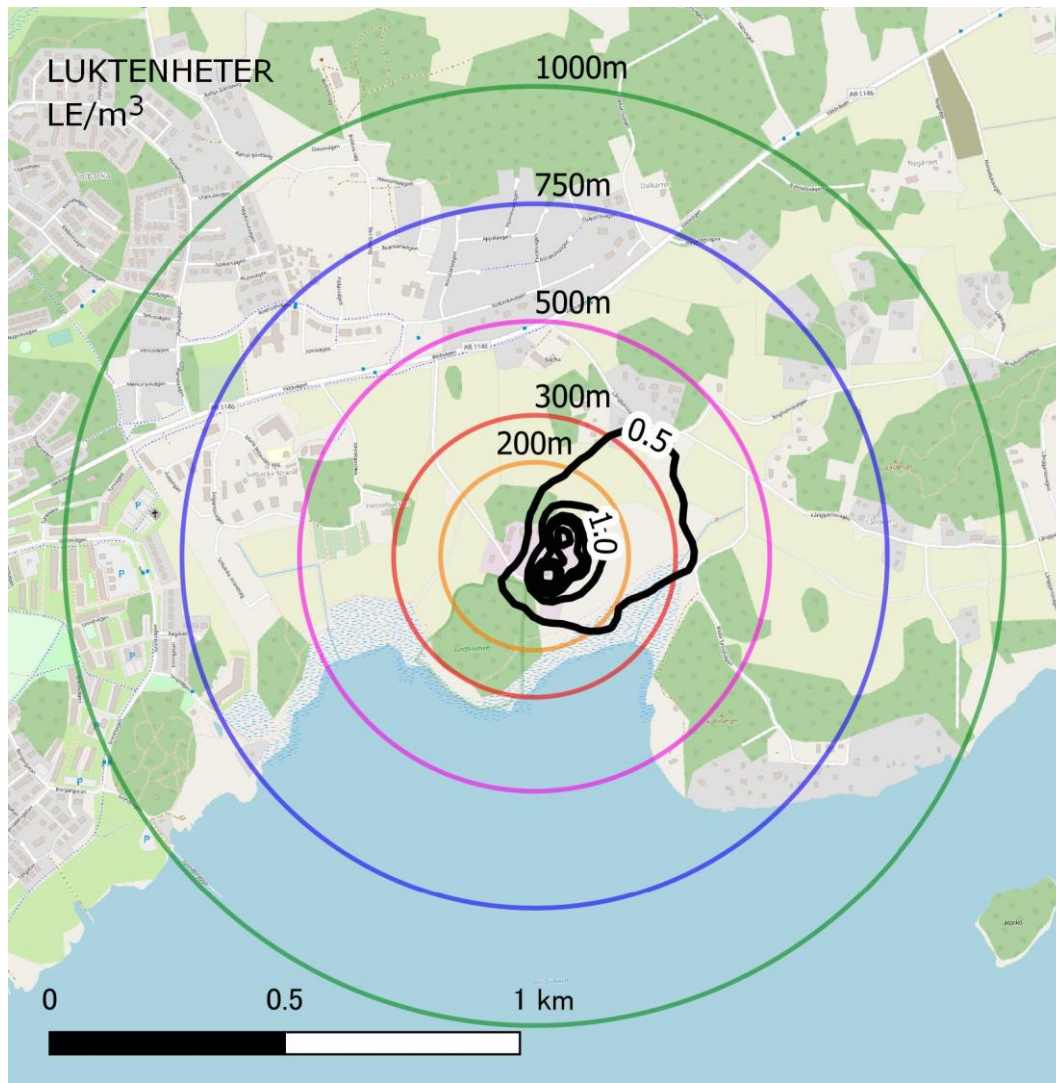


Figur 3. Resultatet av modellering för spridning av lukt, scenario B, isolinjerna och halterna presenteras som timmedelvärde uttryckt som 99 %-il.

Scenario B innebär att försedimentering och OCO-reaktorer byggs in, genom byggnad eller aluminiumtäckning. Resultatbilden vid spridningsberäkningar visar att vidtagen åtgärd innebär att ett skyddsavstånd om 500 meter täcker in hela området med lukthalter över 0,5 l.e/m³.

PM

4.3 Scenario C



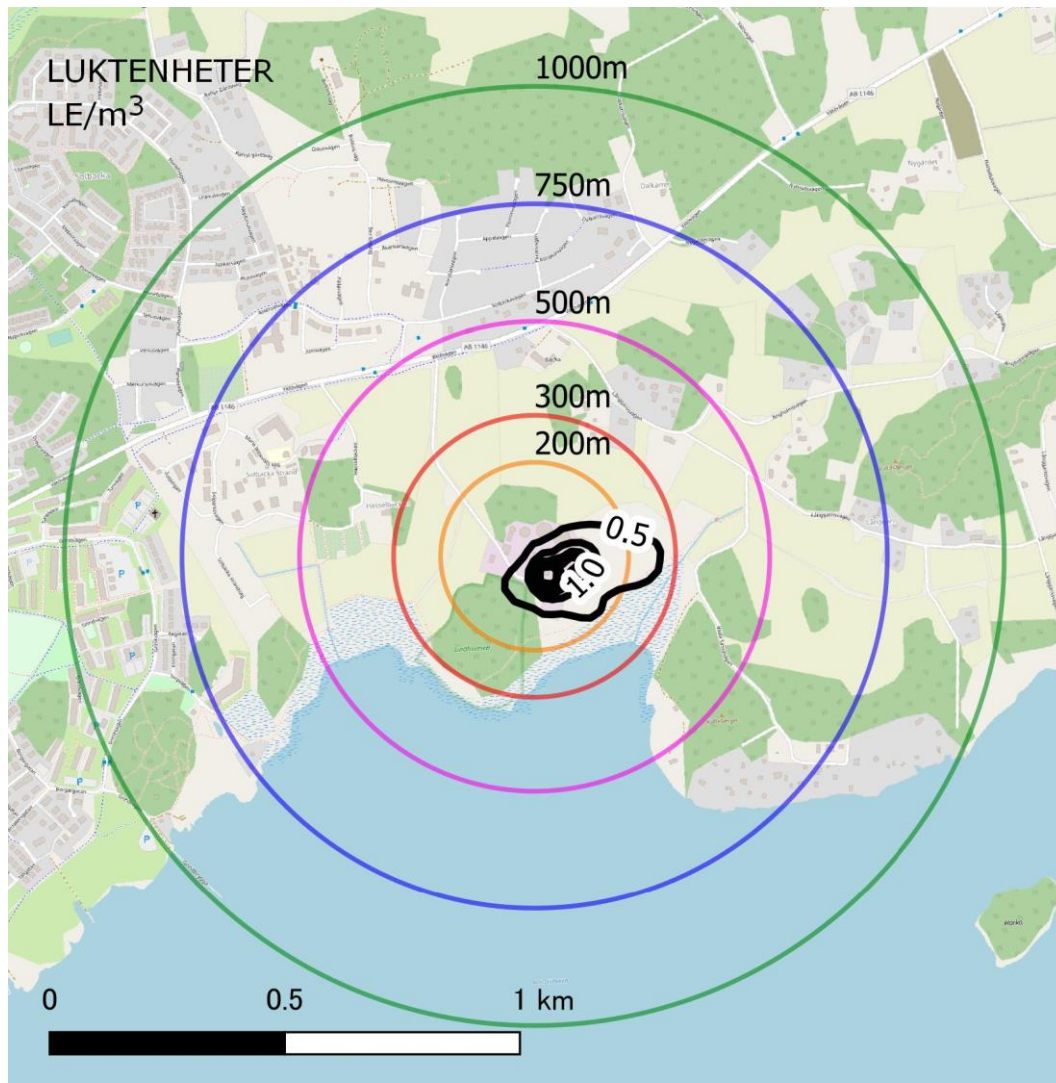
Figur 4. Resultatet av modellering för spridning av lukt, scenario C, isolinjerna och halterna presenteras som timmedelvärde uttryckt som 99 %-il.

Scenario C innebär en täckning av försedimenteringsbassänger, OCO-reaktorer samt de nya sedimenteringsbassänger som projekterats.

Genom åtgärden krymper utbredningen av lukt i området ytterligare något, bostadsområdet nordost om reningsverket tangeras av luktkoncentrationer över $0,5 \text{ l.e}/\text{m}^3$. Dessa återfinns på ett avstånd om ca 350 meter.

PM

4.4 Scenario D

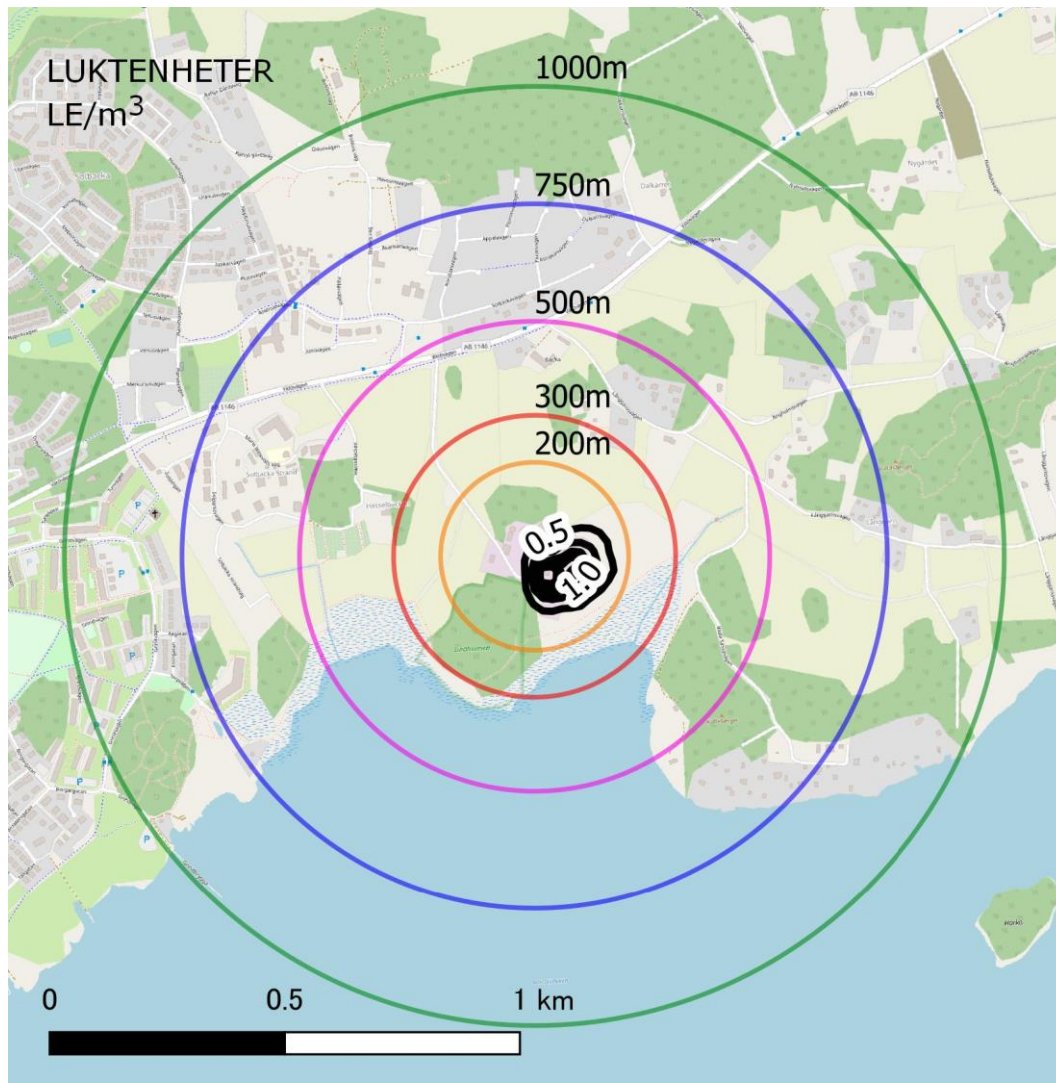


Figur 5. Resultatet av modellering för spridning av lukt, scenario D, isolinjerna och halterna presenteras som timmedelvärde uttryckt som 99 %-il.

I scenario D där försedimentering, OCO-reaktorer och samtliga sedimenteringsbassänger är inbyggda visar resultatbild av spridningsberäkningar att det endast är i reningsverkets närområde som lukthalter överskrider 0,5 l.e/m³.

PM

4.5 Scenario E



Figur 6. Resultatet av modellering för spridning av lukt, scenario E, isolinjerna och halterna presenteras som timmedelvärde uttryckt som 99 %-il.

I scenario E byggs försedimentering, OCO-reaktorer och samtliga sedimenteringsbassänger in, plus att utsläppet höjs till 40 meter över mark. Resultatet av spridningsberäkningen visar att lukt endast är kännbart inom anläggningen.

5 Åtgärdsförslag och kostnadsuppskattning

5.1 Förutsättningar för kostnadsuppskattning

I kostnadsuppskattningen för åtgärdsförslagen används en schablonkostnad för täckning alternativt inbyggnad.

Täckning innebär en konstruktion såsom täckning med aluminiumplåt som kan öppnas vid behov. En byggnad innebär enklast möjliga konstruktion av plåt, det vill säga en enkel maskinbyggnad utan platta.

PM

Vid sammanställning har AFRY:s samlade erfarenhet av tidigare anbud och uppgifter från leverantörer avseende ledningsdragnin, fläktar, reningsutrustning samt skorstenar använts som underlag tillsammans med följande antaganden:

Kostnad för täckning av bassänger, aluminiumplank: 3 000 SEK/m².

Kostnad för inbyggnad av bassänger (enkel maskinbyggnad utan platta): 6 000 kr/m².

I posten kringkostnader ingår schablonkostnader för ventilationsutrustning, bärande strukturer och ledningsdragnin.

Vid beräkning av investeringskostnaderna har schablonmässiga påslag för projektering/administration och andra oförutsedda kostnader gjorts med 10 % respektive 15 %.

Kostnadsuppskattningarna motsvarar endast investeringskostnad, inga driftskostnader.

Med anledning av de inhämtade uppgifternas osäkerhet kan de faktiska kostnaderna variera kraftigt. Uppskattningen avser att visa en rangordning om rimlighet utifrån nyttan ur ett luktreducerande perspektiv.

5.2 Scenario A

Enklare täckning av försedimentering är möjligt så länge vissa delar är tillgängliga för inspektion och underhåll, dessa bör därmed finnas i byggnad med utrymme för arbete. Uppskattningsvis rör det sig om 50 % av bassängen som inbyggd och 50 % som kräver byggnad. Kostnadsuppskattning syns i tabell nedan:

Tabell 5-1. Uppskattade kostnader vid scenario A.

Åtgärd	Investeringskostnad (kSEK)
Kringkostnader	95
Täckning bassäng 400 m ²	1200
Inbyggnad bassäng 400 m ²	2400
Summa	3 695
Projektering (10 %)	369,5
Oförutsett (15 %)	554,25
Total investering	4 619

PM

5.3 Scenario B

Tabell 5-2. Uppskattade kostnader vid scenario B.

Åtgärd	Investeringskostnad (kSEK)
Kringkostnader	500
Täckning bassäng 400 m ²	1200
Inbyggnad bassäng 400 m ²	2400
Inbyggnad bassäng 1800 m ²	10 800
Summa	14 900
Projektering (10 %)	1490
Oförutsett (15 %)	2235
Total investering	18 625

5.4 Scenario C

Tabell 5-3. Uppskattade kostnader scenario C.

Åtgärd	Investeringskostnad (kSEK)
Kringutrustning	1000
Täckning bassäng 400 m ²	1200
Inbyggnad bassäng 400 m ²	2400
Inbyggnad bassäng 1800 m ²	10 800
Inbyggda bassänger 1800 m ²	5400
Summa	20 800
Projektering (10 %)	2080
Oförutsett (15 %)	3120
Total investering	26 000

5.5 Scenario D

Tabell 5-4. Uppskattade kostnader scenario D.

Åtgärd	Investeringskostnad (kSEK)
Kringutrustning	1140
Täckning bassäng 400 m ²	1200
Inbyggnad bassäng 400 m ²	2400
Inbyggnad bassäng 1800 m ²	10 800
Inbyggda bassänger 2700 m ²	8100
Summa	23 640
Projektering (10 %)	2364
Oförutsett (15 %)	3546
Total investering	29 550

PM

5.6 Scenario E

Tabell 5-5. Uppskattade kostnader scenario E.

Åtgärd	Investeringskostnad (kSEK)
Kringutrustning	1140
Täckning bassäng 400 m ²	1200
Inbyggnad bassäng 400 m ²	2400
Inbyggnad bassäng 1800 m ²	10 800
Inbyggda bassänger 2700 m ²	8100
Skorsten 40 m	1100
Summa	24 740
Projektering (10 %)	2474
Oförutsett (15 %)	3711
Total investering	30 925

5.7 Sammanfattning kostnadsuppskattningar

I tabell nedan sammanställs samtliga kostnadsuppskattningar för respektive scenario.

Tabell 5-6. Sammanfattning av åtgärder och kostnadsuppskattningar.

Scenario	Beskrivning	Kostnadsuppskattning SEK
A	Täckning av försedimentering.	5 miljoner
B	Täckning av försedimentering och OCO-reaktorer.	19 miljoner
C	Täckning av försedimentering, OCO-reaktorer samt nya sedimenteringsbassänger.	26 miljoner
D	Täckning av försedimentering, OCO-reaktorer, samtliga sedimenteringsbassänger.	30 miljoner
E	Täckning av försedimentering, OCO-reaktorer samt höj skorsten till 40 meters höjd.	32 miljoner

PM

6 Sammanfattande bedömning och rekommendationer

Modellering av åtgärdsscenario i kombination med kostnadsuppskattning visar att den åtgärd som ger den största och mest kostnadseffektiva luktminskningen är inbyggnad av försedimenteringsbassänger.

Vidare visar resultatbilderna från modelleringen att inbyggnad av fler bassänger reducerar luktbidraget i området ytterligare, och att man genom omfattande åtgärder i form av inbyggnation kan minska skyddsavståndet betydligt för känsliga receptorer.

Rekommendationen är att känsliga receptorer planeras på ett avstånd från reningsverket där lukthalten är lägre än $0,5 \text{ l.e./m}^3$. I grundscenariot innebär detta på ett avstånd större än 750 meter.

För att nyansera avståndet mellan 300 – 750 meter har ytterligare en percentil för 1 l.e./m^3 presenterats i spridningsbilden över grundscenariot, utöver detta har ett avstånd om 500 meter lagts till i kartbilden för att bättre kunna se utbredningen.

Lukttröskeln 1 luktenhet definieras som den halt där 50 % av befolkningen känner lukt. Det innebär att 25 % av befolkningen känner lukten även vid lägre halter, och 25 % kan ej förnimma lukten.

I Sverige saknas riktlinjer för lukt. I andra vissa länder finns riktlinjer för lukt som definierar acceptabla luktnivåer vid bostäder.

AFRY:s förslag är att man i samband med projekteringen utreder möjlighet att bygga in försedimenteringen och projekterar med ytterligare åtgärder av inbyggnation i åtanke. I detta skede kan även en mer detaljerad kostnadsuppskattning göras.

En aspekt som bör belysas i samband med vidare prospektering och inbyggnad är möjlighet till att placera solceller på de byggnader som eventuellt blir aktuella.