

Svavelväte i avloppsreningsverk – en exponeringsstudie

*Ragnar Rylander
Jenny Schmitz*



Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvatten
Management

SVU styrs av en kommitté, som utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

Agneta Granberg, ordförande	Göteborgs Stad
Daniel Hellström, sekreterare	Svenskt Vatten
Stefan Johansson	Skellefteå kommun
Charlotte Lindstedt	Göteborg Vatten
Lena Ludvigsson-Olafsen	Smedjebackens kommun
Kenneth M. Persson	Sydvatten AB
Lars-Gunnar Reinius	Stockholm Vatten AB
Mats Rostö	Gästrik Vatten AB
Bo Rutberg	Sveriges Kommuner och Landsting
Lena Söderberg	Svenskt Vatten
Ulf Thysell	VA SYD
Fred Ivar Aasand, adjungerad	Norsk Vann

Författarna är ensamma ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan återopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling
Svenskt Vatten AB
Box 47 607
117 94 Stockholm
Tfn 08-506 002 00
Fax 08-506 002 10
svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se

Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.

Rapportens titel:	Svavelväte i avloppsreningsverk – en exponeringsstudie
Title of the report:	Hydrogen sulphide in sewage treatment plants – an exposure study
Rapportnummer:	2012-01
Författare:	Ragnar Rylander, BioFact Miljömedicinska Forskningscentrum, Lerum. Jenny Schmitz, Yara AB, Köping.
Projektnummer:	10-108
Projektets namn:	Svavelväteexponering i avloppsreningsverk – en exponeringsstudie
Projektets finansiering:	Svenskt Vatten Utveckling, olika reningsverk
Rapportens omfattning	
Sidantal:	18
Format:	A4
Sökord:	Svavelväte, neurologiska symptom
Keywords:	Hydrogen sulphide, neurological symptoms
Sammandrag:	Svavelväte har mätts på 184 arbetsplatser på 18 reningsverk för avloppsvatten. Värden överstigande gränsvärdet förekom på 19 arbetsplatser. Förebyggande åtgärder innefattar kontrollmätningar och information till de anställda.
Abstract:	Hydrogen sulphide was measured at 184 worksites in 18 sewage treatment plants. Values in excess of the threshold limit were found at 19 sites. Preventive measures comprise a control measurements and information to the employees.
Målgrupper:	Driftsledare och anställda vid avloppsreningsverk
Omslagsbild:	Riskerna uppträder i slutna utrymmen och stillastående vatten (R Rylander, BioFact)
Rapport:	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se
Utgivningsår:	2012
Utgivare:	Svenskt Vatten AB © Svenskt Vatten AB

Förord

Ursprunget till projektet är ett försäkringskasseärende. En person som arbetat i ett reningsverk för avloppsvatten led av minnesförlust, trötthet och huvudvärk men fick sin ansökan om arbetsskadelivränta avslagen, baserat på ett utlåtande från Försäkringskassans läkare att ”det finns inga vetenskapliga bevis på att svavelväte kan ge bestående skador”. Vi, projektledare, gick då igenom den vetenskapliga litteraturen. Det visade sig att det fanns flera undersökningar som beskrev ett samband mellan exponering för svavelväte och de symptom som var aktuella. Mot den bakgrunden frågade vi oss om det fanns en risk för exponering under vanligt, dagligt arbete på reningsverk i allmänhet och genomförde det nu redovisade projektet.

Projektet är finansierat av Svenskt Vatten Utveckling och de deltagande reningsverken. Vi är glada för det intresse som projektet väckt och viljan från reningsverken att stödja det med projektmedel.

Även om resultaten inte tyder på att exponering för svavelväte är ett omfattande problem i det dagliga arbetet i moderna reningsverk, finns det fortfarande arbetsplatser där en hälsovådlig exponering förekommer. Under arbetets gång har också flera anställda berättat om personer, numera pensionerade, som haft symptom av den typ som uppträder vid upprepade, korta exponeringar för högre halter svavelväte. Detta visar att, även om problemet svavelväte i moderna reningsverk inte synes vara ett stort arbetshygieniskt problem, är det viktigt med en fortsatt medvetenhet om risker och förebyggande åtgärder, särskilt i form av ventilation. Svavelväte är liksom stendamm med kisel och bly en yrkesrisk som i stort försvunnit med de kontrollåtgärder som finns i dag men risken finns kvar om man försummar skyddsåtgärder och utbildning eller inte observerar förekomst av symptom bland de anställda.

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	6
Summary	7
1 Inledning	8
1.1 Svavelväte	8
1.2 Svavelväte i reningsverk	9
2 Projektets målsättning	10
3 Material och metoder	11
4 Resultat	12
5 Kommentarer	14
6 Slutsatser	15
7 Referenser	16
Appendix 1	17

Sammanfattning

Tidigare undersökningar har visat att exponering för svavelväte kan ge upphov till medicinska effekter hos anställda i reningsverk för avloppsvatten, särskilt i form av påverkan på det centrala nervsystemet. För att belysa riskerna för exponering under en normal arbetsdag har personburna mätningar av svavelväte utförts i 18 reningsverk under vanliga arbetsdagar. Mätningarna har omfattat 184 arbetsmoment inomhus under i medeltal 126 minuter. Vid 6 mätplatser, huvudsakligen pumpgropar, registrerades värden överstigande EUs gränsvärde för korttidsexponering. Kontinuerlig kontroll och mätningar vid de platser där risker kan föreligga, såsom dåligt ventilerade utrymmen, är viktiga åtgärder för att förebygga uppkomst av skador.

Summary

Previous studies have demonstrated that exposure to hydrogen sulfide may cause medical effects among employees in sewage treatment plants, particularly in terms of effects on the central nervous system. To explore the risk of exposure during ordinary daily work, measurements of hydrogen sulfide were performed by employees in 18 plants during normal work-days. The measurements comprise 184 work sites with an average duration of 126 minutes. At six sites, mainly in pump pits, values in excess of the threshold value recommended by EU were found. Continuous control and measurements at sites where risks of exposure to hydrogen sulfide might be present, such as badly ventilated work sites, are important actions to prevent medical effects among employees.

1 Inledning

1.1 Svavelväte

Exponering för svavelväte förekommer i många olika industrier t ex vid avsvavlingsprocesser i petroleumraffinaderier, vid framställning av cellulosa-fiber, i reningsverk för avloppsvatten samt i lantbruket där organiskt material förvaras i dåligt ventilerade utrymmen t ex gödselgropar. Svavelväte kan upptäckas till följd av den typiska lukten (ruttna ägg) men exponering kan förekomma utan att det märks, eftersom svavelväte nedsätter luktsinnets funktion.

Svavelväte är mycket giftigt och av samma giftighetsgrad som vätecyanid. Det reagerar med enzymer som innehåller metalljoner, särskilt cytokrom-oxidas, vilket påverkar den oxidativa metabolismen. Detta leder till skador i cellmembranen, vätskeansamling och läckage av intracellulära enzymer. Dessa allvarliga rubbningar drabbar i första hand organ med hög syreförbrukning såsom centrala nervsystemet och lungorna.

Förutom risker vid exponering för höga mängder svavelväte med åtföljande drastiska symptom såsom illamående och snabb medvetslöshet, finns det risker också vid upprepade korta exponeringar. Flera undersökningar har studerat följd tillstånd längre tider efter det att exponeringen avslutats. I rapporter från Nordiska Ministerrådet 2001 och Världshälsoorganisationen 2003 redovisas data från undersökningar som påvisat bestående neurologiska förändringar efter exponering för svavelväte (Svendsen et al 2001, Selene och Chou 2003). Symptom i form av minnesförlust, nedsatt koncentrationsförmåga, huvudvärk och reaktivitet i luftvägarna upp till 4 år efter exponeringen finns dokumenterade även bland fall som inte förlorat medvetandet efter exponeringen. I en rapport rörande riskvärdering av exponering för svavelväte redovisas resultat från flera undersökningar, som visat på bestående symptom från centrala nervsystemet, även efter exponering för relativt låga mängder svavelväte. I en undersökning från Belgien som omfattar 85 anställda i cellulosafiberindustrin samt 66 kontroller påvisades att neurologiska symptom inklusive tremor (skakningar i armar och ben) samt rubbningar av hjärnbasens elektriska aktivitet och nedsatt nervfunktion var vanligare bland de exponerade (Godderis et al 2008). Författarna knöt exponeringen till koldisulfid men det är troligt att liknande mängd svavelväte fanns i lokalerna. En viktig observation i denna studie var att de förändringar som påvisades, också fanns i gruppen med en exponering motsvarande den som var föreskriven som gränsvärde (10 mg/m^3 , 7.1 ppm). En rapport från Norge beskriver följd tillstånd efter exponering för svavelväte hos 6 personer 5 år efter exponeringen (Tvedt et al 1991). Minnesfunktion och koordination i muskelfunktionen var fortfarande nedsatt och de undersökta angav en ökad känslighet för lukter av olika slag.

Sammanfattningsvis visar publicerade vetenskapliga data från flera olika länder att exponering för svavelväte kan ge upphov till bestående besvär i form av huvudvärk, irritation, minnesförlust och aptitlöshet. Risken för uppkomst av bestående besvär beror på exponeringsgraden, men flera

undersökningar visar att effekter kan uppkomma också när man utsatts för relativt låga doser.

I ett EU direktiv rekommenderas såväl ett 8-timmars gränsvärde (5 ppm) som ett värde för 15 minuters exponering (10 ppm) (EU 2009). Svenska myndigheter kommer under 2011 att ta ställning till rekommendationerna, som skulle innebära en sänkning av nuvarande svenska gränsvärden.

1.2 Svavelväte i reningsverk

Svavelväteexponering i reningsverk för avloppsvatten är ett välkänt problem och i många anläggningar finns mätningstrustning installerad på särskilt riskfyllda platser. Detta innebär ett skydd mot höga koncentrationer och några dödsfall i akut svavelväteförgiftning finns inte dokumenterade i moderna reningsverk. Detta utesluter inte att andra effekter kan förekomma.

I en rapport från Skottland undersöktes 26 personer anställda vid avloppsreningsverk och som rapporterat lukt från svavelväte under sitt arbete (Watt et al 1997). Av de undersökta hade 14 personer bestående luftvägsbesvär, svettningar och symptom på hjärnpåverkan i form av onormal irritation och trötthet. I en svensk undersökning av anställda i reningsverk påvisades en ökad frekvens av ovanlig trötthet och koncentrationssvårigheter (Thorn och Beijer 2004). Detta tyder på att medicinska effekter kan uppkomma bland anställda i reningsverk till följd av exponering för svavelväte även om akuta förgiftningsfall inte inträffar. I en undersökning i USA visades att symptom på neurologiska skador var vanligare i en grupp anställda i avloppsreningsverk än i en kontrollgrupp (Kilburn et al 2010).

I samband med arbetet på att motverka en klimatförändring har flera utredningar visat att biogas kan bli ett värdefullt komplement till fossila bränslen. Det är därför troligt att anläggningar för gasutvinning kommer att bli vanligare också vid små reningsverk. Hanteringen av avloppsslam i sådana anläggningar kan medföra en risk för svavelväteexponering..

2 Projektets målsättning

Exponering för lägre koncentrationer svavelväte kan förekomma i avloppsreningsverk och symptom tydande på bestående effekter på centrala nervsystemet har rapporterats. Mot denna bakgrund är projektets målsättning att belysa i vilken utsträckning exponering för svavelväte förekommer under en vanlig arbetsdag och vid olika arbetsmoment i reningsverk och biogas-anläggningar.

3 Material och metoder

Till undersökningen inbjöds ett antal reningsverk i olika delar av landet. I undersökningen deltog 18 reningsverk – Avesta/Krylbo, Bollnäs, Falkenberg, Flen, Göteborg (Ryaverket), Halmstad, Katrineholm, Lerum, Lidingö (Käppala), Jönköping, Kungsbacka, Nynäshamn, Oxelösund, Tierp, Ulricehamn, Uppsala, Varberg och Västerhaninge.

Exponeringen för svavelväte har mätts med en personburen mätutrustning som registrerar exponeringen för svavelväte i en-minuts intervall (OdaLOg svavelmätare, PPM mätteknik, sensor 1–1 000 ppm). Alla mätare hade nya H₂S-sensorer som kalibrerats och kontrollerats av behörig personal på PPM mätteknik innan projektstarten.

Olika anställda vid reningsverken har burit apparaten under en vanlig arbetsdag. Vid arbete inomhus eller vid arbetsmoment där svavelväteexponering misstänkts har tidpunkten för påbörjande och avslutande av sådana arbetsuppgifter antecknats. I informationen till dem som bar mätutrustningen betonades att undersökningens målsättning var att beskriva förhållandena under vanliga arbetsdagar och då särskilda skyddsåtgärder mot svavelväteexponering inte erfordrades.

Mätningar har utförts under två perioder – oktober 2010 till april 2011 och juli till oktober 2011. Exponeringsdata i form av maximal exponering under enminutersperioder har registreras och relateras till den specifika arbetsuppgiften. Kortvariga värden upp till 1 ppm rapporteras inte eftersom det är osäkert om så låga värden verkligen indikerar förekomst av svavelväte. Så är till exempel mätarens sensor är känslig för temperaturskillnader vilket kan påverka resultatet i mätområdet 0–1 ppm.

4 Resultat

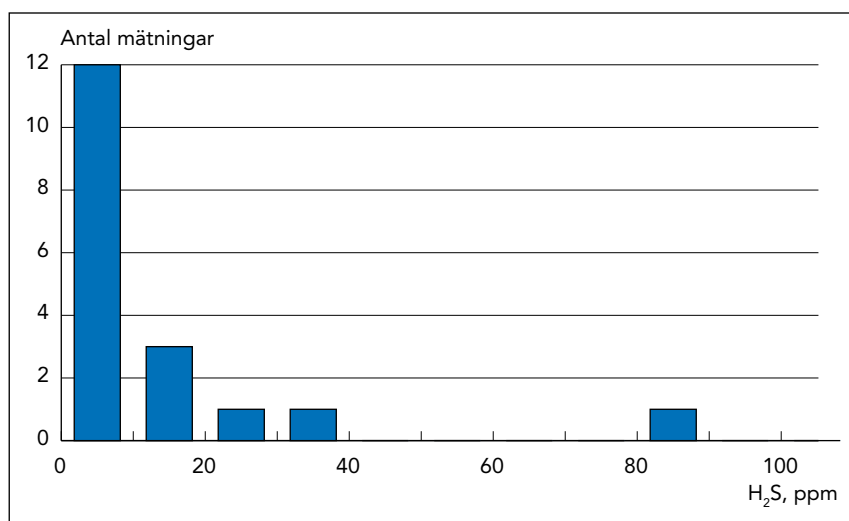
Antalet mätplatser, måttider och mätplatser med värden överstigande 1 ppm för de två mätperioderna redovisas i Tabell 4-1.

Tabell 4-1 Antal mättillfällen, måttider samt antal arbetsplatser med svavelvätevärden överstigande 1 ppm

	Period 1	Period 2
Tid	okt 2010 – april 2011	juli – okt 2011
Antal mätplatser	113	71
Måttid minuter	12 859	9 785
max–min	4–460	10–480
medeltal	114	138
median	93	90
Antal mätplatser > 1 ppm H ₂ S	7	11

Den sammanlagda mätperioden uppgår till 377 timmar. Svavelvätevärden överstigande 1 ppm registrerades vid 10 % av alla mätplatser. Varaktigheten för dessa högre exponeringar var kort – 1 till 17 minuter – beroende på att vistelsen vid arbetsplatsen var kortvarig eller genom att ventilationen ökade till exempel genom att luckor öppnades i samband med arbetet.

Figur 4-1 visar fördelningen av värden överstigande 1 ppm.



Figur 4-1 Fördelningen av H₂S värden överstigande 1 ppm under 1–17 minuter.

Det framgår att 6 av de 18 värdena översteg det av EU rekommenderade gränsvärdet på 10 ppm. Exponeringstiden uppgick dock endast till några minuter.

Tabell 4-2 visar de typer av arbetsplatser där exponering för svavelväte överstigande 1 ppm påvisats.

Tabell 4-2. Typer av arbetsplatser där svavelvätehalter > 1 ppm registrerats och uppehållstiden vid den aktuella mätningen

Arbetsplats	ppm	minuter
Rörledning	80	10
Pumpgrop	33	5
Bräddpump	20	3
Slamficka	11	20
Förbehandling slam	8	3
Försedimentering	8	5
Sandfång	4	1
Rensgaller	2	3
Spolning slam	2	3
Slamlager	2	2

Det högsta värdena påvisades i en sluten rörledning och i en pumpgrop. Upphållstiden på platser med svavelväteförekomst var i regel kort men i två fall överskred exponeringen det av EU föreslagna gränsvärdet för kort-tidsexponering.

5 Kommentarer

Materialet i den utförda undersökningen består av ett relativt litet antal reningsverk i förhållande till det antal som finns i landet. Trots begränsningarna i materialets storlek tyder de likartade resultaten från mätningarna på att de i stort speglar normala arbetsförhållanden i reningsverk. Mätningar har vid varje verk gjorts vid två tillfällen – vintertid och sommartid. Antalet mätningar med värden överstigande 1 ppm var något högre under sommartid vilket var förväntat.

Resultaten från undersökningen talar för att exponering för svavelväte under en vanlig arbetsdag på ett reningsverk för avloppsvatten är låg och understiger de gränsvärden som föreslagits av EU. Detta beror på att de flesta arbetsplatserna är så utformade att ingen betydande exponering förekommer, huvudsakligen till följd av god ventilation. I några fall översteg exponeringen gränsvärdet vilket visar på behovet att informera om risker samt upprätta säkerhetsrutiner vid arbetsplatser där risk för hög exponering föreligger.

Även om antalet arbetsplatser med exponering för svavelväte var lågt kunde förhöjda värden överstigande EUs rekommendationer registreras vid vissa arbetsmoment och vistelse mer än 15 minuter på dessa platser skulle medföra en risk. Flera av arbetsplatserna där svavelväte påvisades var ställen där man sedan tidigare känner till att en ökad risk kan förekomma till exempel i pumpgropar eller lokaler med otillräcklig ventilation där slamhantering förekom.

Resultaten visar att en kontinuerlig kontroll av olika arbetsplatser i vad avser risk för svavelväteexponering bör äga rum och att riskvärderingar inklusive mätningar bör göras på nya enheter till exempel vid lagring av slam i biogasanläggningar. En fortgående information om risker och redovisningar av mätresultat bör lämnas till de anställda. Exempel på instruktioner för att förebygga risk lämnas i Appendix 1.

6 Slutsatser

Exponering för svavelväte är en arbetsmedicinsk risk vid arbete i reningsanläggningar för avloppsvatten. I moderna anläggningar och där tillräcklig ventilation förekommer är risken att utsättas för svavelväte under normala arbetsdagar relativt liten. Vid vissa platser och arbete i särskilda riskmiljöer, särskilt pumpgropar, finns en risk för exponering för värden överstigande dem som rekommenderas som gränsvärden av EU. Kontinuerlig kontroll och mätningar vid de platser där risker kan föreligga är viktiga för att förebygga uppkomst av skador.

7 Referenser

Commission Directive 2009/161/EU

Godderis L, Braeckman L, Vanhoorne M, Viaene M.(2006).
Neurobehavioural and clinical effects in workers exposed to CS(2).
Int J Hyg Environ Health 209:139–50.

Kilburn KH, Thrasher JD, Gray MR. (2010). Low-level hydrogen sulfide
and central nervous system dysfunction. Toxicol Ind Health 26:387–405.

Selene C-H, Chou J. (2003). Hydrogen sulfide: human health aspects.
World Health Organization CICAD 53: 1–36.

Svendsen K. (2001.) Hydrogen sulphide. Arbete och Hälsa 14,
Arbetslivsinstitutet, pp 1–31.

Thorn J, Beijer L. (2004). Work-related symptoms and inflammation
among sewage plant operatives. Int J Occup Env Health 10:84–89.

Tvedt B, Skyberg K, Aaserud O, Hobbesland A, Mathiesen T. (1991).
Brain damage caused by hydrogen sulfide: a follow-up study of six
patients. Am J Ind Med 20:91–101.

Watt MM, Watt SJ, Seaton A. (1997). Episode of toxic gas exposure in
sewage workers. Occup Env Med 54:277–80.

Appendix 1

Instruktioner angående arbete i lokaler där svavelväte kan förekomma (GRYAAB, Göteborg)

Syfte

Att arbete som ska utföras i pumpgröpar och andra slutna utrymmen planeras och sker på ett så säkert sätt som möjligt för att undvika fara för ohälsa och olycksfall enligt *AFS 1993:3 Arbete i slutet utrymme respektive Skyddshandbok för avloppsarbete* och *AFS 1984:15 Avloppsanläggningar*.

Vid vissa arbeten i slutna utrymmen kan en eventuell olycka innebära att den drabbade inte själv kan ta sig upp. Skyddsutrustningen måste därför anpassas efter situationen. Se utrustningslistan här nedan.

Omfattning

Arbete i pumpgröpar och andra slutna utrymmen.

Referenser

AFS 1993:3 Arbete i slutet utrymme.

Skyddshandbok för avloppsarbete.

AFS 1984:15 Avloppsanläggningar.

Se även rutinerna *Användning av personlig skyddsutrustning*, *Hög höjd*, *Drunkningsrisk* samt *Ensamarbete*.

Ansvar

Se *Allmänna skyldigheter*.

Utrustning

- Stövlar, skyddskläder och hjälm
- Friskluftsmask
- Skyddsglasögon
- Gasmätare för syre, svavelväte och explosiva gaser.
Finns hos instrumentteknikerna.
- Fallskyddsväst med livlina, eventuellt även personlyftdon i form av mobilt trebensstativ utrustat med vinsch. Annat alternativ är svängkran eller vinsch.
- Telefon (ska vara ATEX-klassad)
- Friskluftfläkt i inloppspumpgröpar

Allmänt

Arbete i pumpgröpar och andra slutna utrymmen medför risker för fall från hög höjd, halka, hälsofarlig halt av luftföroreningar eller syrebrist.

Rutin vid arbete i pumpgröpar och andra slutna utrymmen:

- Följ *Avställningsrutin* och fyll i *Blankett för avställning* innan arbetet påbörjas.
- Töm och spola rent. Vid spolning ska friskluftsmask och skyddsglasögon användas.
- Sätt ner stege och förankra den väl.

- Kontrollera luften med gasmätare i lucköppningen och därefter nere i pumpgropen. Gasmätaren måste vara kalibrerad och i funktionsdugligt skick. Den som hanterar instrumentet måste ha god kännedom om det. Gasmätare ska finnas med nere i pumpgropen när arbete utförs i pumpgropen.
- Vid arbete i pumpgrop ska minst två personer hjälpas åt varav en vaktar i lucköppningen. Den som går ner ska ha fallskyddsväst med livlina och eventuellt personlyftdon. Den som vaktar ska ha telefon för att kunna kontakta OP i händelse av skada.
- Montera avspärrning vid öppen lucka om risk finns för att obehöriga faller ner.



Box 47607, 117 94 Stockholm
Tel 08 506 002 00
Fax 08 506 002 10
E-post svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se