

# Miljömedicinsk bedömning av emissioner av eten till luft i Stenungsund

Gerd Sällsten  
1:e yrkes- och miljöhygieniker, professor, AMM

Lars Barregård  
Överläkare, professor, AMM

Annika Svensson  
Fil mag, IVL

Sofie Hellsten  
PhD, IVL

Göteborg den 29 maj 2012

## Innehållsförteckning

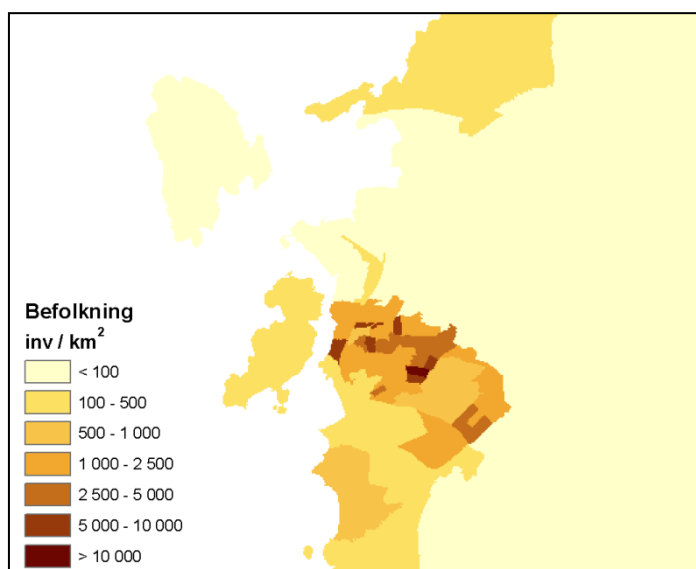
Bakgrund .....	3
Spridningsberäkningar .....	3
Beräkning av genomsnittsexponeringen för allmänbefolkningen i Stenungsund. ....	6
Hälsoriskbedömning .....	6
Eten och etylenoxid .....	6
Cancerrisken .....	6
Referenser .....	8

## Bakgrund

Under 2010 startade LD5-fabriken vid Borealis, Stenungsund. Under första driftåret skedde ett flertal större utsläpp av eten från denna anläggning. Normalt sker emissioner av eten från flera fabriksanläggningar i Stenungsund och genom åren har IVL periodvis utfört mätningar av eten på tre olika platser i kommunen. Cancerrisken för närboende har undersökts av AMM (Axelsson et al 2010) utan att man funnit någon överrisk. Länsstyrelsen har begärt att Borealis skall göra en bedömning av eventuella hälsorisker till följd av de ökade utsläppen 2010. VMC har åtagit sig att göra en miljömedicinsk bedömning i samarbete med IVL, som gjort spridningsberäkningar. IVL har även med GIS teknik beräknat antalet exponerade för olika halter av eten dels enbart från de extra etenutsläppen från LD5 dels från samtliga fabriksanläggningar inklusive LD5 (se nedan).

## Spridningsberäkningar

IVL har gjort två exponeringsberäkningar. Underlaget utgörs av två olika spridningsberäkningar avseende emissioner av eten. Den första är beräkningar för emissioner från LD5-fabriken 2010 (Svensson m.fl. 2012). Den andra är beräkningar utförda 2009 avseende emissioner av eten från Akzo Nobel, Borealis, Ineos och Perstorp Oxo med meteorologi för ett typår i Stenungsund (Svensson m.fl. 2009). Resultaten från spridningsberäkningarna har jämförts med populationen i Stenungsund år 2010. Populationsdensitetsdata har erhållits från Stenungsunds kommun, se Figur 1.



**Figur 1** Populationsdensitetskarta för år 2010 över Stenungsund.

I exponeringsstudierna har antalet människor som utsatts för olika haltnivåer av eten beräknats. I den första exponeringsberäkningen har populationsdata jämförts med

beräknade haltbidrag som årsmedelvärden från LD5-fabriken 2010. I den andra exponeringsberäkningen har populationsdata jämförts med beräknade haltbidrag som årsmedelvärden från LD5-fabriken 2010 plus beräknade haltbidrag som årsmedelvärden från Akzo Nobel, Borealis, Ineos och Perstorp Oxo enligt beräkningarna från 2009.

De två spridningsberäkningarna har gjorts för olika stora områden över Stenungsund, där området för beräkningarna avseende emissioner från LD5-fabriken år 2010 är mindre än området för beräkningarna avseende emissioner från Akzo Nobel, Borealis, Ineos och Perstorp Oxo. Populationsberäkningarna har gjorts för ett område som överensstämmer med storleken på området för spridningsberäkningarna för LD5-fabriken.

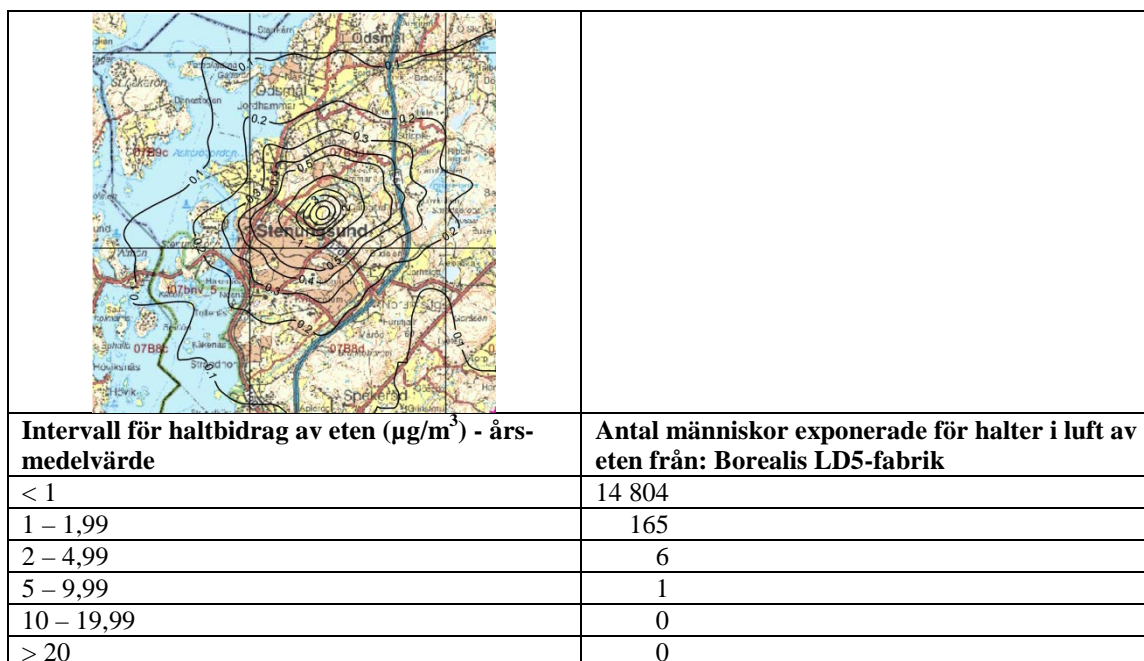
Resultatet från exponeringsberäkningarna för emissioner från endast LD5-fabriken redovisas i Figur 2. I figuren visas, förutom resultaten från exponeringsberäkningarna, även de kartor med beräknade haltbidrag av eten som använts vid exponeringsberäkningarna. Antalet människor som beräknades utsättas för årsmedelhaltbidrag från LD5-fabriken år 2010 högre än  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  var 172. Av dessa beräknades sex utsättas för årsmedelhaltbidrag mellan  $2\text{-}5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  och en person för årsmedelhaltbidrag mellan  $5\text{-}10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Resultatet från exponeringsberäkningarna för emissioner från LD5-fabriken 2010 plus emissioner från Akzo Nobel, Borealis, Ineos och Perstorp Oxo i beräkningarna från 2009 redovisas i Figur 3. I figuren visas, förutom resultaten från exponeringsberäkningarna, även de kartor med beräknade haltbidrag av eten som använts vid exponeringsberäkningarna. Antalet människor som beräknades utsättas för årsmedelhaltbidrag från Akzo Nobel, Borealis (inklusive LD5-fabriken), Ineos och Perstorp Oxo högre än  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  var 14 050. För fördelningen i övrigt, se Tabell 1 där resultaten från båda beräkningarna presenteras.

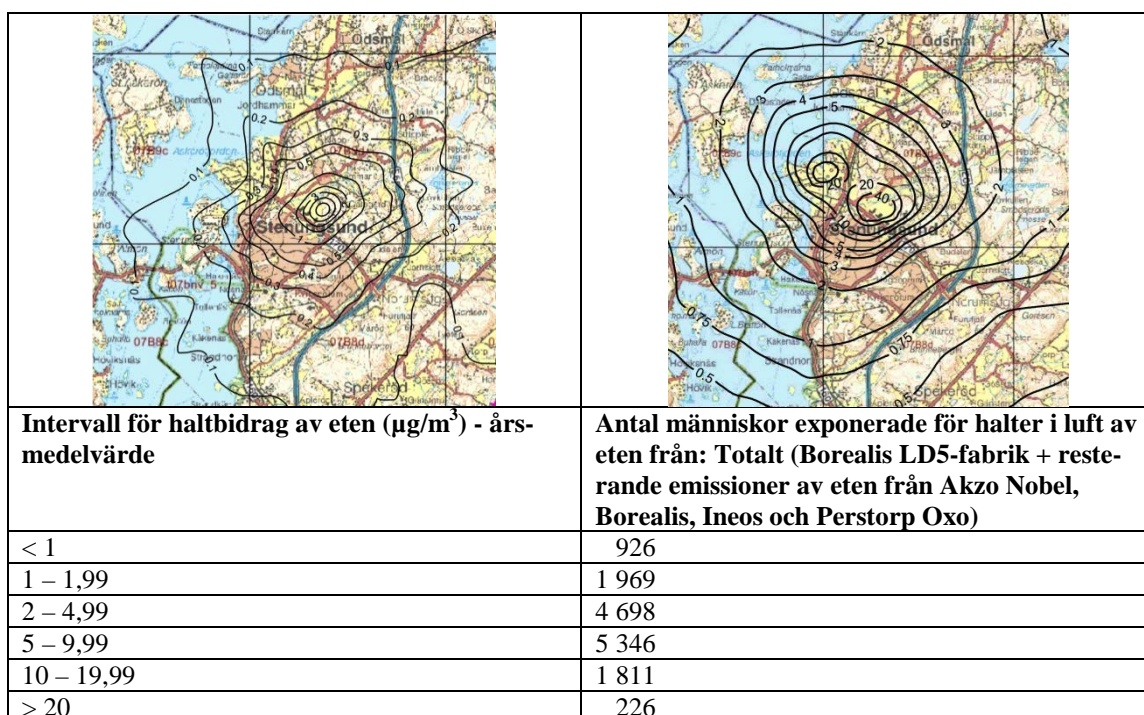
**Tabell 1** Resultat från exponeringsberäkningarna för dels Borealis LD5-fabrik, dels totalt d.v.s. Borealis LD5-fabrik + resterande emissioner av eten från Akzo Nobel, Borealis, Ineos och Perstorp Oxo.

Intervall för haltbidrag av eten ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - årsmedelvärde	Antal människor exponerade för beräknade haltbidrag i luft av eten från:	
	Borealis LD5-fabrik	Totalt (Borealis LD5-fabrik + resterande emissioner av eten från Akzo Nobel, Borealis, Ineos och Perstorp Oxo)
< 1	14 804	926
1 – 1,99	165	1 969
2 – 4,99	6	4 698
5 – 9,99	1	5 346
10 – 19,99	0	1 811
> 20	0	226

## Miljömedicinsk bedömning av emissioner av eten till luft i Stenungsund



**Figur 2** Antal människor som exponerats för olika haltnivåer av eten – årsmedelvärde - från Borealis LD5-fabrik 2010. Redovisade haltbidrag i figuren har hämtats från spridningsberäkningarna som gjorts i en rapport från 2012 (Svensson m.fl. 2012).



**Figur 3** Antal människor som exponerats för olika haltnivåer av eten som årsmedelvärde. Underlag till resultaten i tabellen är summan av beräknade haltbidrag från Borealis LD5-fabrik 2010 (vänstra figuren) och beräknade haltbidrag från Akzo Nobel, Borealis, Ineos och Perstorp Oxo med ett meteorologiskt typår (högra figuren). Redovisade haltbidrag i figuren har hämtats från spridningsberäkningar i en rapport från 2012 (Svensson m.fl. 2012). Redovisade haltbidrag från Akzo Nobel, Borealis, Ineos och Perstorp Oxo har hämtats från spridningsberäkningarna i en rapport från 2009 (Svensson m.fl. 2009).

## Beräkning av genomsnittsexponeringen för allmänbefolkningen i Stenungsund.

Från tabell 1 kan det genomsnittliga haltbidraget av eten (nedan kallat genomsnittsexponering) från industriutsläppen för befolkningen inom det modellerade området beräknas, med antagandet att personerna i ett visst haltintervall har ett genomsnitt motsvarande genomsnittet för intervallet. För personer exponerade över  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  har värdet satts till  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Genomsnittsexponeringen för eten från samtliga fabriksanläggningar inklusive LD5 blir då  $6,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Om den extra exponeringen till följd av utsläppen från LD5-anläggningen räknas bort blir befolkningens genomsnittsexponering cirka 10 % lägre,  $5,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Jämförelser med tidigare stationära mätningar i Stenungsund antyder att spridningsmodellen överskattar haltbidraget av eten med en faktor på cirka 2 (Svensson A et al 2012) och därför är ovanstående värden möjligen en överskattning av befolkningens genomsnittsexponering i Stenungsund. Det finns dock ännu ingen jämförelse mellan mätningar och modellerade halter i Stenungsund för ett helt år.

## Hälsoriskbedömning

### Eten och etylenoxid

Eten har inga akuta förgiftningseffekter vid låggradig exponering och gränsvärdet i arbetslivet är  $330 \text{mg}/\text{m}^3$ . Det finns inga riktvärden angivna för eten i utomhusluft i Sverige (Regeringskansliet 2012). En viss andel av eten som inandas metaboliseras dock till etylenoxid (EO) i människa, cirka 5 % av den inhaleda dosen. EO är klassat som cancerframkallande, se nedan

Den endogena (kroppsegna) produktionen av EO har beräknats till cirka  $15 \mu\text{g}/\text{dag}$  (Törnqvist 1989, Filser 1994, EU 2002). Källorna anses vara i huvudsak oxidering av normalt producerad eten från tarmbakterier och lipidperoxidering. Andra tänkbara källor hos icke-rökare är livsmedelstillsatser och livsmedelsförpackningar med EO som kvarvarande förorening samt kosmetika och hudvårdsprodukter med EO som förorening (i polyglykoletter). Rökare har en betydligt högre exponering för EO. Långtidsexponering kan mätas genom att mäta hemoglobinaddukter (reaktionsprodukter mellan EO och hemoglobin i röda blodkroppar). Rökare har cirka 20 ggr högre halter av EO-addukter än icke-rökare (von Stedingk H 2011). Röken från en enda cigarett uppges innehålla 5-7  $\mu\text{g}$  EO (Törnqvist 1986).

### Cancerrisken

Vid låga doser av EO genom hudupptag, nedsväljning eller inhalation är cancer den kritiska effekten. EO är cancerframkallande för människa ((IARC 2008). Den bedömningen grundas på att EO är alkyliserande och mutagen (skadar arvsmassan) och orsakar cancer i djurexperiment. Det finns en viss ökad risk för cancer (blod- och lymfocancer

samt bröstcancer) i epidemiologiska studier av yrkesmässigt exponerade, framför allt vid kemisk industri och vid användning av EO för sterilisering (US EPA 2006, IARC 2008, Valdez-Florez 2010).

Sambandet kan beskrivas genom att beräkna vilken koncentration eller dos som ger en viss livstidsrisk att dö i cancer. Den har av USAs naturvårdsverk (EPA) för allmänbefolkningen beräknats till 1/100 000 vid livslång exponering för EO på  $0.007 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (US EPA 2006). Med inhalation av  $15 \text{ m}^3$  per dygn motsvarar det en daglig dos om  $0.1 \mu\text{g}$ . Motsvarande värde för eten i luft skulle kunna sättas till  $0,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (20 ggr högre om 5 % av eten metaboliseras till EO). I en senare riskbedömning (Valdez-Flores 2010) kommer man istället fram till en livstids cancerrisk på 1/100 000 vid  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  EO (motsvarande en daglig dos på  $2,1 \mu\text{g}$ ). Detta skulle kunna motsvara  $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för eten i luft. Som beskrivit ovan är dosen i båda dessa fall betydligt lägre än den normala kroppsegna produktionen som beräknas till  $15 \mu\text{g}$ .

I Sverige brukar denna risk (1/100 000) anges som den så kallade lågrisknivån, en försumbar och acceptabel risk. Detta motsvarar ett extra cancerfall per år i Sveriges befolkning. Den kumulativa dosen under decennier anses vara avgörande. Det anses inte spela någon roll om man får en dos om  $1 \mu\text{g}$  var tionde dag eller  $0.1 \mu\text{g}$  dagligen.

Om man antar en genomsnittsexponering på  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eten och utifrån EPAs bedömning antar att  $0,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  orsakar ett extra cancerfall bland 100 000 människor under en livstid motsvarar detta bland 15 000 boende i Stenungsund ca 6 extra cancerfall under en livstid eller 0,7 extra cancerfall under en 10-årsperiod. Om man istället använder riktvärdet  $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (skattat från Valdez-Flores 2010, ovan) blir det 0,0005 extra cancerfall under en 10-årsperiod. Den sanna risken ligger sannolikt någonstans mellan dessa båda skattningar. En ökning av etenexponeringen med 10 % under ett år har en marginell betydelse - mindre än eller mycket mindre än 0,1 extra cancerfall under en tioårsperiod. Normalt förväntas i Stenungsund nästan 1000 nya cancerfall under en tioårsperiod.

En studie av cancerförekomsten under åren 1974-2005 som genomförts bland boende i Stenungsund påvisade ingen ökad cancerrisk (Axelsson 2010). Utsläppen av eten och andra ämnen från industrierna har varit betydligt högre under tidigare årtionden, speciellt under 1970- och 1980-talet och därmed även befolkningens exponering för dessa ämnen. Det är därför inte sannolikt att man i framtiden kommer att kunna se en ökning av cancerrisken bland de boende till följd av utsläppen av dessa ämnen från industrierna i Stenungsund.

Sammanfattningsvis innebär en ökning av etenhalter med 10 % under ett år i Stenungsund en försumbar hälsorisk.

## Referenser

U.S. EPA. Evaluation of the carcinogenicity of ethylene oxide. Draft EPA/635/R-06/603. Washington DC, August 2006. Tillgänglig via:  
[http://cfpub.epa.gov/ncea/iris\\_drafts/recordisplay.cfm?deid=157664](http://cfpub.epa.gov/ncea/iris_drafts/recordisplay.cfm?deid=157664)

Arbetsmiljöverket. Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar. AFS 2005:17.

Axelsson G, Barregard L, Holmberg E, Sallsten G. Cancer incidence in a petrochemical industry area in Sweden. *Sci Tot Environ* 2010;408:4482-87.

Filser JG, Kreuzer PE, Greim H, Bolt HM. New scientific arguments for regulation of ethylene oxide residues in skin-care products. *Arch Toxicol* 1994;68:401-405.

IARC. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risks to humans. Volume 97. 1,3-butadiene, Ethylene oxide, and vinyl halides (vinyl fluoride, vinyl chloride and vinyl bromide). Lyon, 2008, sid 185-310. Tillgänglig på  
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol97/mono97.pdf>

Regeringskansliet 2012. Precisering av miljö kvalitetsmålet Frisk Luft. Reviderade preciseringar den 26 april 2012. <http://www.regeringen.se/sb/d/5542/a/43901>

Svensson A. och Haeger-Eugensson M. (2009): Spridningsberäkningar avseende emissioner till luft av VOC och eten från fyra industrier i Stenungsund. För Akzo Nobel AB, Ineos AB, Perstorp Oxo AB, Borealis AB. IVL-rapport: U2462.

Svensson A., Hellsten S. och Haeger-Eugensson M. (2012): Emissioner av eten från Borealis i Stenungsund 2010 - spridningsberäkningar och underlag till miljömedicinsk bedömning. För Borealis – IVL-rapport U3724.

Törnqvist M, Osterman-Golkar S, Kautiainen A, Jensen S, Farmer PB, Ehrenberg L. Tissue doses of ethylene oxide in cigarette smokers determined from adduct levels in hemoglobin. *Carcinogenesis* 1986;7:1519-1521.

Törnqvist M, Gustafsson B, Kautiainen A, Harms-Ringdahl M, Granath F, Ehrenberg L. Unsaturated lipids and intestinal bacteria as sources of endogenous production of ethane and ethylene oxide. *Carcinogenesis* 1989;10:39-41.

Valdez Flores C, Sielken Jr RL, Teta MJ. Quantitative cancer risk assessment based on NIOSH and UCC epidemiological data for workers exposed to ethylene oxide. *Regul Toxicol Pharmacol* 2011;56:312-320.

von Stedingk von H, Vikström AC, Rydberg P, Pedersen M, Nielsen JKS, Segerbäck D, Knudsen LE, Törnqvist M. Analysis of hemoglobin adducts from acrylamide, glycidamide, and ethylene oxide in paired mother/child blood samples from Denmark. *Chem Res Toxicol* 2011;24:1957-65.



EU. Opinion of the scientific committee on food on impurities of ethylene oxide in food additives. SCF/CS/ADD/EMU/186 final 6 May 2002. Bryssel 2002. Tillgänglig på: [http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out127\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out127_en.pdf)