

Programområde:

Luft
Hälsorelaterad miljöövervakning

Undersökningstyp:

Ozonmätningar,
timmedelvärden

Bakgrund och syfte med undersökningstypen

Miljöövervakning enligt denna undersökningstyp har flera olika användningsområden, däribland:

- att geografiskt kartlägga ozonhalter lokalt, regionalt eller nationellt,
- att ge kunskap om variationen i ozonhalt under kortare eller längre tidsperioder (timmar, dygn, vecka, månad, säsong eller år),
- för övervakning av storskalig föroreningstransport,
- att verifiera det arbete som pågår inom det europeiska luftövervakningsprogrammet EMEP (inom ramen för Konventionen om långväga gränsöverskridande luftföroreningar, CLRTAP) avseende modellering av ozonhalter över Europa,
- för övervakning och uppföljning av olika typer av kritiska haltnivåer och gränsvärden avseende hälsa, skog, jordbruksgrödor, naturlig vegetation och material,
- för studier av regional oxidantbildning,
- att ge underlag till åtgärdsstrategier,
- att ge underlag enligt EU:s direktiv för ozon i luften (2002/3/EG).

Resultat enligt undersökningstypen kan användas i utvärderingar av om det nationella miljö kvalitetsmålet *Frisk luft* uppnås. Enligt detta miljömål ska luften vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas. Målet innebär bl.a. att halterna av luftföroreningar inte ska överskrida lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål. Riktvärdena sätts med hänsyn till personer med överkänslighet och astma. År 2020 ska halten marknära ozon inte överskrida skadliga nivåer för hälsa, miljö, kulturvärden och material. Det innebär bland annat att halten ozon ska vara mindre än $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timmedelvärde och $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som medelvärde under sommarhalvåret.

De finns fyra delmål för miljö kvalitetsmålet *Frisk luft*, om svaveldioxid, kvävedioxid, flyktiga organiska ämnen samt marknära ozon. Enligt delmålet om marknära ozon ska halten marknära ozon år 2010 inte överskrida $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som åttatimmars medelvärde. För att få fram information om eventuella överskridanden av "gränsvärden" krävs i flertalet fall ozonmätningar med god tidsupplösning (timmedelvärden).

Internationella kritiska haltnivåer och gränsvärden

Både internationellt och nationellt finns olika kritiska haltnivåer och gränsvärden som är till för att begränsa de negativa verkningarna av ozon på människors hälsa, växtlighet samt olika material.

Luftkonventionen (CLRTAP)

UNECE (FN:s Ekonomiska Kommission för Europa; United Nations Economic Commission for Europe) beslutade 1996 om så kallade kritiska haltnivåer för påverkan av ozon på växtlighet. Dessa nivåer används inom såväl UNECE:s luftkonvention (Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, CLRTAP) som inom EU för att utforma effektbaserade åtgärdsstrategier mot utsläpp av ozonbildande ämnen. De kritiska haltnivåerna baseras för närvarande på ett exponeringsindex, som kallas AOT40, vilket står för det ackumulerade överskridandet av halten 40 ppb (ca $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) under dygnets ljusa timmar definierat som globalstrålning $>50 \text{ W}/\text{m}^2$.

För akuta effekter på växtlighet finns två olika kritiska haltnivåer beroende på VPD (water Vapour Pressure Deficit), ett mått på luftens förmåga att hålla fuktighet. Ju högre värde, desto torrare luft. Haltnivån $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ AOT40 gäller då $\text{VPD} > 1.5 \text{ kPa}$ (09:30–16:30). Haltnivån $400 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ AOT40 gäller då $\text{VPD} < 1.5 \text{ kPa}$ (09:30–16:30) ackumulerat under fem dagar.

För långsiktiga effekter finns ett gränsvärde för *grödor* och ett för *skog*. För skydd av grödor gäller värdet $6\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ AOT40 (ackumulerat under maj–juli). För skydd av skog finns ett gränsvärde på $20\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ AOT40 (ackumulerat under april–september).

För skydd av naturlig vegetation; ettåriga växter (annueller) finns samma gränsvärde som för grödor: $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ AOT40 ackumulerat under maj–juli. Vad gäller *fleråriga växter* (perenner) finns ett provisoriskt gränsvärde på $14\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ AOT40 ackumulerat under sex månader.

EU

Även inom EU finns fastställda tröskelvärden för marknära ozon. Då ozonhalten uppnår $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timmedelvärde måste allmänheten informeras. Då ozonhalten uppnår $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timmedelvärde måste allmänheten varnas.

För att akuta effekter på folkhälsan ska minimeras finns ett gränsvärde på $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som medelvärde under åtta timmar per dag.

För skydd av växtlighet finns ett gränsvärde på $6\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ AOT40 ackumulerat under maj–juli (08:00–20:00).

För skydd av skog finns ett gränsvärde för AOT40 på $20000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ ackumulerat under april–september (08:00–20:00).

För skydd av material finns ett gränsvärde på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ under 1 år.

Samordning

Inom den nationella miljöövervakningen mäts ozonhalter med stor tidsupplösning (timmedelvärden) på sju platser i Sverige. Resultaten från dessa mätningar används i det internationella arbetet med uppföljning av vidtagna emissionsbegränsande åtgärder samt

modellering av ozonhalter. Vidare får man en god bild av den storskaliga transporten av ozonrika luftmassor vid exempelvis episoder.

Om man bara är intresserad av mycket generella haltnivåer kan resultat från dessa mätningar eller modelleringar vara tillräckliga för att beskriva tillståndet i en region eller ett område. I de fall det behövs en noggrannare kartläggning av haltnivåer krävs direkta mätningar av ozonhalten.

För att direkt kunna beräkna ozonexponering över en viss tröskelnivå behövs kontinuerligt registrerande mätningar. En viss uppfattning om sannolikheten för att nivåerna ska överskridas kan man dock få genom mätning med diffusionsprovtagare, kombinerat med de nationella mätningar som pågår inom ramen för Naturvårdsverkets miljöövervakningsprogram. Diffusionsprovtagare har dock en lägre tidsupplösning, något som bör beaktas (se delprogrammet "Övervakning inom luft- och nederbörds-kemiska nätet").

Strategi

Att kontinuerligt övervaka halterna av marknära ozon (timmedelvärde) är det enda sättet att direkt kunna kontrollera om miljökvalitetsmålet *Frisk luft* uppnås när det gäller riktvärden för timmedelvärde eller åttatimmarsmedelvärde. Om riktvärdet för säsongsmedelvärde uppfylls kan förutom genom kontinuerliga mätningar även kontrolleras genom mätningar med diffusionsprovtagare. Vidare ger en kontinuerlig övervakning möjlighet till direkt kontroll av de kritiska haltnivåer för växtlighet som satts upp inom luftkonventionen (CLRTAP) och inom EU.

Statistiska aspekter

Antal stationer och val av mätplats bestäms i första hand av syftet med mätningen. Generellt gäller att om man eftersträvar resultat som är representativa för större områden bör mätningar ske där provtagningen inte direkt påverkas av lokala utsläpp eller av mycket lokala klimatologiska eller topografiska förhållanden. Om en speciell plats ska övervakas ska mätning naturligtvis ske där, även om resultatet inte blir representativt för mer än den platsen.

Om syftet däremot är en noggrannare kartläggning av hur ozonhalter varierar inom en region kan det krävas en något annorlunda strategi för placeringen av mätpunkter. Det kan t.ex. vara intressant att undersöka tätorters påverkan på omgivande bakgrundsområden eller att studera skillnad i ozonhalter mellan skogklädda områden och områden som domineras av fält eller jordbruksmark. Ozonhalterna kan också påverkas av lokala klimatologiska och topografiska förhållanden, framför allt som följd av deposition av ozon till vegetation. Vid utvärderingen av resultaten måste hänsyn tas till eventuella skillnader i ozonhalt till följd av olika förhållanden vid mätplatserna. Mäthöjden över marken är något man bör beakta.

Eftersom ozonbildning främst sker vid fotokemiska reaktioner är det i allmänhet mest intressant att mäta ozon under sommarhalvåret. Då kan man förvänta sig den största belastningen och de högsta ozonhalterna.

Något som bör beaktas vid val av mätplats är att ett för ett kontinuerligt registrerande ozoninstrument krävs tillgång till elektrisk ström, vilket i viss utsträckning begränsar valet av

mätplats. Det är också en fördel om det finns möjlighet att regelbundet kunna kontrollera instrumentet via telefonmodem.

Plats-/stationsval

Se ovan.

Mätprogram

Variabler

Tabell 1. Översiktstabell för variabler och tidsperioder m.m.

Företeelse	Determinand (Mätvariabel)	Statistisk värdetyp	Enhet	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till analysmetod
Luft	Ozonhalt	Timmedelvärde	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	Kontinuerligt	(1)

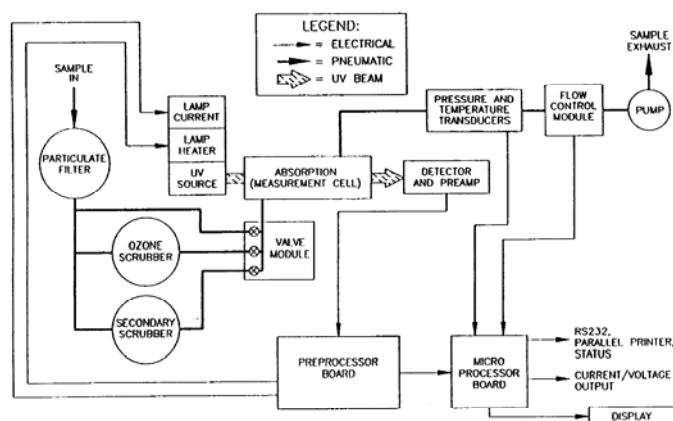
Frekvens och tidpunkter

Mätfrekvensen bör vara kontinuerlig mätning med aggregering till timmedelvärden. Tidpunkter beror på syftet med mätningarna. Generellt kan dock sägas att det ofta är meningsfullt att mäta under sommarhalvåret från april till september för att det ska vara möjligt att beräkna ett säsongmedelvärde.

Observations-/provtagningsmetodik

Provtagningen ska utföras enligt skriftliga instruktioner. Fältdagbok bör finnas där standarduppgifter såsom tidpunkter för översyn, eventuella åtgärder samt iakttagelser eller avvikelser antecknas.

För kontinuerlig registrering av ozonhalten bör man använda ett instrument som utnyttjar UV-absorption. Det finns en rad sådana instrument av olika fabrikat tillgängliga på marknaden. Nedan visas en schematisk skiss över principen för mätningen.



Figur 1. Principen för instrument som utnyttjar UV-absorption för mätning av ozon.

Ozon absorberas av ljus med våglängden ~254 nm. Mätningen sker genom att provluft först förs genom en ozonskrubber, där all ozon "tas bort", och ljusintensiteten mäts i en absorptionscell. Därefter fylls absorptionscellen av provluft, och ozonhalten i luften beräknas utifrån skillnaden i ljusintensitet mellan de olika luftströmmarna. Adsorptionscellens temperatur är konstant. Vid kalibrering av ozoninstrumentet används en given standard. Koncentrationen beräknas med hjälp av Beer-Lambert ekvation.

Utrustningslista

En termostaterad mätbod (där temperaturen kan regleras och kontrolleras) bör finnas, där man kan placera mätinstrumenten. Luften sugas in i instrumentet via en teflonslang, som bör hållas relativt kort. Man använder teflon därför att det inte reagerar med ozon. Längst ut på teflonslangen trär man på en plasttratt för att förhindra att regndroppar sugas in i slangen och vidare in i mätinstrumentet. För utrustning se referens 1.

Tillvaratagande av prov, analysmetodik

Luften som ska analyseras går direkt in i mätinstrumentet utan någon behandling före analys. Provmethodiken och analysmetodiken går i varandra (se ovan).

Fältprotokoll

Inget direkt fältprotokoll förs för denna typ av undersökning/mätningar. Ett kalibreringsprotokoll upprättas dock vid varje kalibrering och kalibreringsresultaten ska framgå. En fälthandbok bör finnas för anteckningar om tidpunkter för översyn, åtgärder samt iakttagelser och avvikelser.

Bakgrundsinformation

Beskrivning av mätplatsen samt dokumentation av den/de provtagningsmetoder som används ska hållas aktuella och inrapporteras till aktuell datavärd.

Databehandling

Data överförs kontinuerligt till IVL. Kvalitetskontroll genom manuell kontroll av mätvärden sker efter hand och felaktiga mätvärden stryks. Efter varje kalibrering ska en korrigerig ske av data samt om kalibreringsprotokollet anger att det är nödvändigt. Kalibrering sker tre gånger per år. Efter eventuell kalibreringskorrigerig lämnas validerade mätdata till den nationella datavärden.

Kvalitetssäkring

Som nämnts ovan ska provtagningen utföras enligt skriftliga instruktioner och en fältdagbok ska föras för att dokumentera såväl standarduppgifter som särskilda iakttagelser och avvikelser.

Kalibrering ska ske regelbundet och som minimum då mätningarna startar och upphör. Vid kontinuerlig övervakning bör kalibrering ske minst tre gånger per år. I de fall mätning endast sker under sommarhalvåret bör instrumentet även kalibreras i mitten av mätperioden. Kalibrering bör utföras på mätstationen med en ozongenerator som är kalibrerad gentemot en

nationell standard (finns hos ITM, Institutet för Tillämpad Miljöforskning, vid Stockholms universitet), alternativt att instrumentet kalibreras direkt mot standardutrustningen.

Hjälpmiddel för att avgöra om resultaten (mätdata) är rimliga är att specialgranska ovanligt höga eller låga mätvärden, att beakta eventuella anmärkningar i fältdagboken, att studera samvariation mellan stationer samt att jämföra data med resultat från andra mätprogram. För mätningar med god tidsupplösning (timmedelvärden) ska avvikelser mellan timmar inte vara alltför stora. Eftersom ozonbildningen är starkt väderberoende bör resultaten studeras regelbundet (minst en gång per vecka) för att riktigheten hos data ska kunna säkerställas.

En genomgång och validering av data ska göras innan de inrapporteras till eventuell datavärd. Dessa rutiner bör innehålla möjlighet att upptäcka slumpvisa såväl som systematiska fel. Uppenbart eller med stor sannolikhet felaktiga värden ska strykas. Om inga felaktigheter kan konstateras vid kontroll av misstänkta värden, bör dessa stå kvar, eventuellt med en kommentar, i datalagring och rapportering.

Rapportering, presentation

Data från mätningarna redovisas, beroende på syfte, som dygns- eller månadsmedelhalter (för enskilda dygn som timmedelhalter) samt aggregerade över längre perioder såsom säsongs- och årsmedelhalter. Dessa redovisningar görs i tabell- och/eller diagramform. Den geografiska variationen i ozonhalter i luft redovisas lämpligen på kartor, eventuellt med inlagda isolinjer om antalet mätplatser är tillräckligt stort för att detta ska vara meningsfullt. För bedömning av huruvida gränsvärden/kritiska haltnivåer har överskridits gör man beräkningar av frekvensen av sådana överskridanden. Denna information kan sammanställas i tabell-, diagram- och/eller kartform. Data sammanställs årsvis eller efter eventuellt avslutad kampanjmätning och rapporteras till avnämaren. Det är lämpligt att vid en mer genomgripande rapportering även göra jämförelser med resultat från t.ex. den nationella miljöövervakningen eller andra befintliga övervakningsprogram. Vid övervakning av ozonhalter som kan ha effekter på människors hälsa bör man inom en månad rapportera till Naturvårdsverket när de av EU satta haltnivåerna överskrids.

Datalagring, datavärd

Den nationella datavärden ska lagras grunddata samt bearbetade data, för enkel distribution till användare. Kontroll av datamaterialets kvalitet ska vara gjord före leverans till aktuell datavärd, men en enklare kontroll bör göras hos datavärden genom jämförelse med andra data.

Nationell datavärd (2003):

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Box 470 86

402 58 Göteborg

Tfn: 031-725 62 00

E-post: datamanager@ivl.se

Kontaktpersoner:

Annika Svensson

Tfn: 031-725 62 47

E-post: annika.svensson@ivl.se

Karin Sjöberg

Tfn: 031-725 62 45

E-post: karin.sjoberg@ivl.se

Karin Kindbom

Tfn: 031-725 62 22

E-post: karin.kindbom@ivl.se

Utvärdering

Data bör sammanställas och utvärderas regelbundet. Detta kan t.ex. ske i samband med övrig rapportering om mätningarna av ozon i luft ingår som en del i ett mer omfattande mätprogram.

Generellt bör inte medelvärden beräknas om datatillgängligheten för perioden är mindre än 75 procent. Utöver denna "tumregel" bör hänsyn tas till om bortfall av mätdata förekommit, exempelvis under en längre sammanhängande period med extrema väderförhållanden.

Om syftet med mätningarna är förknippade med gällande EG-direktiv avseende information till allmänheten i samband med tillfällen med höga ozonhalter, måste mätinstrumentet övervakas via modem för kontinuerlig uppföljning av aktuell haltnivå.

Kostnadsuppskattning

Uppskattad kostnad 2003:

Fasta kostnader

Kontinuerlig mätning av ozonhalten är en relativt kostnadskrävande metod. Ett UV-instrument kostar cirka 125 000 kr. En lagringsenhet för data tillkommer; en datalogger med ett telefonmodem kostar ca. 25 000 kr.

Om man "hemifrån" kan övervaka instrumentets funktion, och allt fungerar tillfredsställande, tillkommer endast kostnader för kalibreringar. I annat fall bör man ha manuell tillsyn av mätstationen en gång per vecka.

Kostnaden för kalibrering varierar beroende på den form man väljer (från 4 000 kr plus resekostnad), tidsåtgången kan beräknas till fyra timmar plus restid.

Analyskostnader

Kostnader för datahantering, validering och rapportering bestäms av hur omfattande mätningarna är. Förberedelsearbete i form av planering, kostnader för val av mätplatser och installation av mätutrustning är också i hög grad beroende av hur mätprogrammet utformas,

vilka samordningsvinster som eventuellt kan göras med andra mätprogram samt av den lokalkännedom som finns tillgänglig.

Tidsåtgång

Under det inledande skedet beräknas tidsåtgången till 1–2 dagars arbete beroende på var man har valt att ha sin mätlokal. Tiden för övervakning, databehandling etc. kan uppskattas till ca. 1-2 veckor per säsong. Tidsåtgången kan dock variera beroende på oförutsedda händelser (strömavbrott, blixtnedslag etc.), restid etc

Kontaktpersoner

Programområdesansvarig, Naturvårdsverket:

Yngve Brodin

Miljöanalysavdelningen

Naturvårdsverket

106 48 Stockholm

Tfn: 08– 698 13 06

E-post: yngve.brodin@naturvardsverket.se

Experter, IVL Svenska Miljöinstitutet:

Kjell Peterson

Tfn: 031–725 62 00

E-post: kjell.peterson@ivl.se

Karin Sjöberg

Tfn: 031-725 62 45

E-post: karin.sjoberg@ivl.se

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Box 470 86

402 58 Göteborg

Tfn: 031–725 62 00

Referenser

Metodreferenslista

1. EMEP manual for sampling and chemical analysis. - Kjeller : Norwegian Institute for Air Research, 2002 (EMEP/CCC Report 1/95).

Newest version always on www.nilu.no/projects/ccc/manual/index.html

Rekommenderad litteratur

2. Kindbom, K., Lövblad, G., Peterson, K. och Grennfelt, P. Concentrations of tropospheric ozone in Sweden. Ecological Bulletins 44: 35-42, Copenhagen 1995.

Årsrapporter som redovisar resultat från de svenska mätningarna inom EMEP-nätet t.ex.

Version 1:1, 2003-09-18

3. Kindbom, K., Sjöberg, K., Munthe, J., Peterson, J., Persson, C., Ullerstig, A. (1997). Nationell miljöövervakning av luft- och nederbörds kemi övervakning av svavel- och kväveföreningar, ozon, baskatjoner, tungmetaller och kvicksilver i bakgrundsmiljö : rapportering av 1995 års mätresultat inom EMEP och Luft- och nederbörds kemiska nätet samt spridnings- och depositionsberäkningar med MATCH-Sverige. – Göteborg : IVL (IVL rapport. B 1252).
4. Kindbom, K., Svensson, A., Sjöberg, K., Persson, C. (2001), Nationell miljöövervakning av luft- och nederbörds kemi 1997, 1998 och 1999. (IVL rapport. B ; 1420)
<http://www.ivl.se/rapporter/pdf/B1420.pdf>
5. Hjellbrekke, A.-G. (1999) Ozone Measurements 1997. Norsk institutt for luftforskning. EMEP/CCC-Report 2/99.
6. Anne-Gunn Hjellbrekke, A.-G. (2000) Ozone measurements 1998. Norsk institutt for luftforskning. EMEP/CCC-Report 5/2000
7. Hjellbrekke, A.-G. & Solberg, S. (2001) Ozone measurements 1999. Norsk institutt for luftforskning. EMEP/CCC-Report 1/2001
8. Hjellbrekke, A.-G. & Solberg, S. (2002) Ozone measurements 2000. Norsk institutt for luftforskning. EMEP/CCC-Report 5/2002

Rapporterna 6, 7 och 8 kan hämtas från <http://www.nilu.no/projects/ccc/reports/>

För nu gällande gränsvärden inom UNECE, se info samt *Manual on methodologies and criteria for modelling and mapping critical loads & levels and air pollution effects, risks and trends* på webbplatsen för Working Group on Effects (wge):

<http://www.unece.org/env/wge/mapping.htm>, eller "Mapping Manual" direkt:
http://www.oekodata.com/icpmapping/htm/manual/manual_eng.htm

För nu gällande gränsvärden inom EU, se Europaparlamentets och rådets direktiv 2002/3/EG av den 12 februari 2002 om ozon i luften:

http://europa.eu.int/eur-lex/pri/sv/oj/dat/2002/l_067/l_06720020309sv00140030.pdf

Det finns ytterligare rapporter som redovisar mätresultat, resultat från modellering m.m. publicerade inom EMEP. Dessa rapporter kan beställas från:

EMEP Chemical Coordinating Centre (EMEP-CCC) NILU
Postboks 100
NO-2007 Kjeller
Norge

EMEP, Meteorological Synthesizing Centre - West (EMEP MSC-W)
P.O.Box 43
Blindern
NO-0313 Oslo 3
Norge

Uppdateringar, versionshantering

Version 1:1, 2003-09-18. Uppdatering enligt mall.