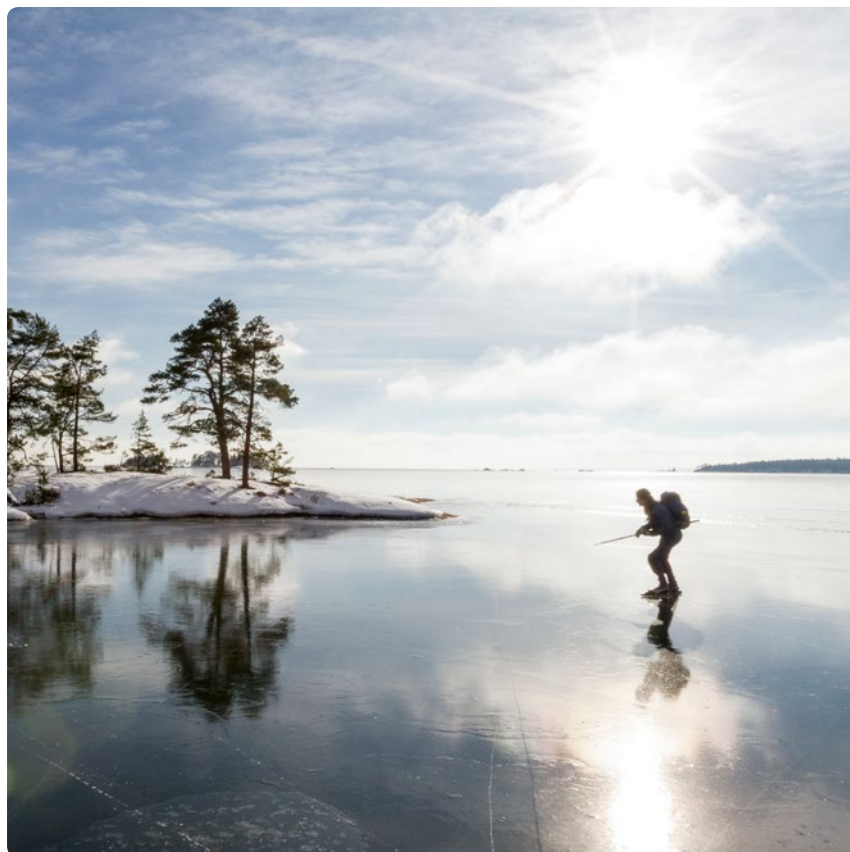


Skyddande ozonskikt

– underlagsrapport till den fördjupade
utvärderingen av miljömålen 2019

RAPPORT 6858 • JANUARI 2019



Skyddande ozonskikt

– underlagsrapport till den fördjupade utvärderingen av miljömålen 2019

Beställningar

Ordertel: 08-505 933 40

E-post: natur@cm.se

Postadress: Arkitektkopia AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: www.naturvardsverket.se/publikationer

Naturvårdsverket

Tel: 010-698 10 00 Fax: 010-698 16 00

E-post: registrator@naturvardsverket.se

Postadress: Naturvårdsverket, 106 48 Stockholm

Internet: www.naturvardsverket.se

ISBN 978-91-620-6858-5

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2019

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2019

Omslag: Henrik Trygg/Johnér bildbyrå AB, ikon nedan: Tobias Flygar, ikon ovan: AB Typoform

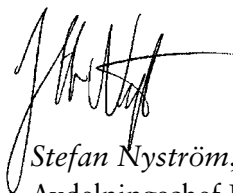


Förord

Varje politisk mandatperiod görs en fördjupad utvärdering av möjligheterna att nå miljö kvalitetsmålen och generationsmålet. Utvärderingarna ger ökad kunskap om miljö tillståndet, analyserar hur miljöarbetet går och hur möjligheterna att nå målen ser ut. Den fördjupade utvärderingen 2019 ger underlag för regeringens politik och prioriteringar och för myndigheternas planering och utveckling av sina verksamheter. Den kan också ge vägledning för offentlig debatt och andra aktörers miljöarbete. Sammantaget ska utvärderingen bidra till att vi kan öka takten i arbetet med att nå miljömålen.

Slutrapporten i den fördjupade utvärderingen redovisades den 30 januari 2019 och en underlagsrapport utifrån utvärderingens olika temaområden publicerades samtidigt. Som en del i underlaget till den fördjupade utvärderingen tas det även fram miljömålsvisa underlagsrapporter. Klimatavdelningen på Naturvårdsverket ansvarar för fyra av dessa. I dessa rapporter presenteras en analys och bedömning av miljö kvalitetsmålen Begränsad klimatpåverkan, Bara naturlig försurning, Skyddande ozonskikt och Frisk luft. Vad gäller Begränsad klimatpåverkan kommer också ett mer omfattande underlag i mars 2019 i samband med att Naturvårdsverkets underlag till regeringens klimatpolitiska handlingsplan redovisas.

Stockholm i januari 2019



Stefan Nyström,
Avdelningschef Klimatavdelningen

Innehåll

FÖRORD	3
SAMMANFATTNING	8
1 UPPFÖLJNING AV MILJÖTILLSTÅND OCH MILJÖARBETE	10
1.1 Miljö tillstånd	10
1.1.1 Precisering 1: Vändpunkt och återväxt	10
1.1.2 Precisering 2: ofarliga halter ozonnedbrytande ämnen	13
1.2 Miljöarbete	17
1.2.1 Montrealprotokollet	17
1.2.2 EU:s förordning om ozonnedbrytande ämnen	18
1.2.3 Styrmedel och åtgärder mot lustgasutsläpp	19
1.2.4 Utsläpp från Befintliga och uttjänta produkter	20
1.2.5 Regional Uppföljning	20
1.3 De centrala problemen för målet	20
1.3.1 Vändpunkt och återväxt	20
1.3.2 Ofarliga halter ozonnedbrytande ämnen	21
2 ANALYS AV FÖRUTSÄTTNINGAR ATT NÅ MÅLET OCH ORSAKER TILL SITUATIONEN FÖR MÅLET	23
2.1 Effekter av styrmedel och åtgärder på miljö tillståndet	23
2.1.1 Drivkrafter och aktörer	23
2.1.2 Utsläpp som regleras under Montrealprotokollet	24
2.1.3 Övrig reglering	25
2.1.4 Befintliga och uttjänta produkter	25
2.1.5 Summering	26
2.2 Övrig påverkan	27
2.2.1 Klimatets och växthusgasernas påverkan på ozonskiktet	27
2.2.2 Vulkanutbrott och geingenjörskonst	28
2.3 Osäkerheter	28
3 BEDÖMNING AV OM MÅLET NÅS	30
3.1 Centrala i bedömningen	30
3.2 Andra aspekter av målet	30
3.3 Bedömning av målet som helhet	31
3.4 Gradering av måluppfyllelse	31

4	PROGNOS FÖR UTVECKLINGEN AV MILJÖTILLSTÅNDET	32
4.1	Utvecklingen av miljötillståndet på kort sikt (2020)	32
4.2	Utvecklingen av miljötillståndet på längre sikt – 2030 och 2050	32
4.2.1	Global halt klor i stratosfären	32
4.2.2	Halten Lustgas i atmosfären	33
4.2.3	Fullständig återväxt globalt	33
4.2.4	Återväxt över Antarktis	33
5	BEHOV AV INSATSER – VAD KRÄVS FÖR ATT MÅLET SKA NÅS?	34
5.1	Åtgärdsförslag	34
5.1.1	Förhandlingsarbetet	34
5.1.2	Nationellt åtgärdsarbete	35
5.1.3	Forskning och övervakning	35

Skyddande ozonskikt

Ozonskiktet ska utvecklas så att det långsiktigt ger skydd mot skadlig UV-strålning.

Regeringen har fastställt två preciseringar:

VÄNDPUNKT OCH ÅTERVÄXT: Värdpunkten för uttunningen av ozonskiktet har nåtts och början på återväxten observeras.

OFARLIGA HALTER OZONNEDBRYTANDE ÄMNER: Halterna av klor, brom och andra ozonnedbrytande ämnen i de övre luftlagren understiger den nivå där ozonskiktet påverkas negativt.

Sammanfattning

Miljö kvalitetsmålet är uppnått eller kommer kunna nås. Det går inte att se en tydlig riktning för utvecklingen i miljön.

Tillståndet i miljön

Montrealprotokollet är fortsatt framgångsrikt. De flesta reglerade ozonnedbrytande ämnen har länge uppvisat en minskande trend beträffande både utsläpp och halter i atmosfären. Den minskande trenden gäller såväl nationellt som globalt. Den positiva utvecklingen fortsätter, uttunningen av ozonskiktet är idag därför endast cirka två procent tunnare än den var innan de mänskliga utsläppen började få effekt. I dagsläget finns en svag, dock inte vetenskapligt säkerställd, positiv trend för ozonskiktets återväxt globalt. Det här beror i sin tur på att vi har en säkerställd positiv trend i övre stratosfären och även beträffande totalkolumnen över Antarktis, samtidigt som vi har en negativ, men ej säkerställd, trend i nedre stratosfären.

Vid den senaste partsmötet för Montrealprotokollet fylldes den multilaterala fonden på med ytterligare 540 miljoner USD. Fonden syftar till att stödja utvecklingsländernas fortsatta utfasning av ozonnedbrytande ämnen. Parterna var även överens om behovet av att öka stödet för den globala övervakningen av ozonskiktet och kopplingar till det pågående klimatarbetet.

Även om avvecklingsarbetet i det hela fortskrider enligt schemat, fortgår oförklarligt höga utsläpp av koltetraklorid – ett ämne som används vid tillverkning av olika kemikalier, inklusive köldmedier. Dessutom anses de nyligen upptäckta höga halterna av CFC-11 inte kunna förklaras utifrån läckage från gamla varor och byggnader. En av slutsatserna är att utsläppen till största del istället kommer från produktion av CFC-11, vilket står i strid med Montrealprotokollet.

Samtidigt som utsläppen från de reglerade ämnena minskar, ökar betydelsen av de utsläpp som inte regleras av Montrealprotokollet. Hit hör utsläppen från befintliga och uttjänta produkter liksom utsläppen av lustgas – ett ämne som både bryter ned ozonskiktet och bidrar till växthuseffekten.

Under de senaste åren har forskarna konstaterat att kortlivade ozonnedbrytande ämnen kan nå stratosfären. Specifika väderförhållanden, exempelvis den asiatiska sommarmonsunen, har förmåga att transportera dessa ämnen till stratosfären innan de hinner brytas ned. Sådana väderförhållanden bedöms förstärkas av ett varmare klimat. Detta innebär att ett antal kortlivade ämnen, som ännu inte regleras under Montrealprotokollet, måste räknas in som potentiellt ozonnedbrytande ämnen.

Slutligen har den osäkerhet som redan tidigare funnits i bedömningen, på grund av ozonskiktets naturliga variationer samt klimatets fortsatta påverkan, ökat i takt med en växande kunskap om frågans komplexitet.

Förutsättningarna för att nå målet

De för miljö kvalitetsmålet centrala styrmedlen är på plats sedan länge, vilket har lett till åtgärder och ett förbättrat tillstånd i miljön. Trots ökad osäkerhet och nya utmaningar är bedömningen att Montrealprotokollet på sikt har kapacitet att hantera detta, dels genom fortsatt miljöövervakning, som ger bättre och längre tidsserier, dels genom att införliva de nya ämnen som hotar ozonskiktet.

För utvecklingen i miljön är bedömningen att det i nuläget inte går att se en tydlig positiv utveckling.

Utvecklingen efter 2020

För de flesta reglerade ozonnedbrytande ämnen minskar såväl utsläpp som halter i atmosfären – i överensstämmelse med Montrealprotokollets utfasnings-schema – och de förväntas därför vara helt utfasade till 2030. Under dessa omständigheter bedöms halterna av reglerade ämnen återvända till ett tillstånd då ozonskiktet ansågs opåverkat av ozonnedbrytande ämnen omkring 2050 för de mellersta breddgraderna och omkring 2075 för Antarktis. En säkerställd global återhämtning av ozonskiktet förväntas påbörjas först under perioden 2020–2040. Allteftersom de långlivade ozonnedbrytande ämnena fortsätter att minska, förväntas det globala stratosfäriska ozonskiktet återgå till ett opåverkat tillstånd omkring 2060.

När det gäller ämnen som inte regleras av Montrealprotokollet är utsläppen från upplagrade mängder ozonnedbrytande ämnen i befintliga och uttjänta produkter (så kallade banker) alltså stora, men utsläppen fortsätter att minska. Även de globala utsläppen av lustgas förväntas öka kraftigt under en överskådlig framtid. Både banker och lustgas bedöms framöver komma att utgöra ett större problem än den reglerade användningen av ozonnedbrytande ämnen. Hur stora konsekvenser utsläppen av kortlivade ozonnedbrytande ämnen kan komma att få, är i dagsläget inte helt utrett. Om ökningen av dessa ämnen fortsätter i nuvarande takt, bedömer forskare att ozonskiktets fullständiga återhämtning i värsta fall kan försenas betydligt.

Förändringar av insatser

Det är av stor vikt att Sverige även fortsättningsvis är pådrivande i det internationella arbetet. Förhandlingsarbetet inom ramen för Montrealprotokollet, som är det viktigaste styrmedlet, bör prioriteras. För att kunna få gehör i internationella förhandlingar är det även viktigt att Sverige fortsätter sitt arbete på nationell nivå. Här bör omhändertagandet av CFC i rivningsmaterial prioriteras. Slutligen är det viktigt att Sverige fortsätter att agera internationellt och inom EU för att även minska de globala utsläppen av lustgas och kväve.

1 Uppföljning av miljötillstånd och miljöarbete

1.1 Miljötillstånd

1.1.1 Precisering 1: Vändpunkt och återväxt

GLOBALT

Nedbrytningen av ozonskiktet upphörde enligt tillgängliga data omkring år 2000. Tack vare det trendbrottet är ozonskiktet i dag endast cirka två procent tunnare än medelvärdet för perioden 1964–1980 (då ozonskiktet fortfarande var opåverkat av mänskliga utsläpp)¹.

Såväl mark- och satellitmätningar som datamodelleringar har tidigare indikerat att den globala återväxten av ozonskiktet kan ha påbörjats. Bortsett från säkerställda ökningar av ozonhalten dels i den övre stratosfären dels ovanför Antarktis är dessa observationer dock ännu inte statistiskt säkerställda². Osäkerheterna i det vetenskapliga underlaget har dessutom ökat under de senaste åren, vilket även konstaterades under FN:s tionde Ozone Research Meeting i Genève³. De övergripande slutsatserna från det mötet sammanfattas här:

- Osäkerheten om ozonskiktets framtida utveckling har ökat, på grund av frågans komplexitet.
- Även om en statistiskt signifikant återväxt har påbörjats av ozonskiktet i övre stratosfären, gäller inte detta som ett medelvärde för hela stratosfären.
- Klimatförändringarna, liksom halterna i atmosfären av de tre växthusgaserna koldioxid, lustgas och metan påverkar redan ozonskiktets utveckling, och kommer att göra det än mer framöver.
- Behovet ökar av många och olika slags mätningar. Dessutom finns ett ökande behov av att utveckla atmosfärkemiska klimatmodeller som kan hantera en större komplexitet.
- En mätbar återhämtning för den totala halten ozon i stratosfären, förväntas inte förrän någon gång under perioden 2020–2040. Det beror på relativt korta tidsserier i kombination med stora naturliga variationer i ozonhalter.

1 World Meteorological Organization (WMO), Executive Summary: Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018, World Meteorological Organization, Global Ozone Research and Monitoring Project – Report No. 58, 67 pp., Geneva, Switzerland, 2018.

2 Environmental effects of ozone depletion, UV radiation and interactions with climate change: UNEP Environmental Effects Assessment Panel, update 2017. Photochem. Photobiol. Sci., 2018.

3 WMO Global Ozone Research and Monitoring Project Report No. 57, 2017.

En nyligen publicerad forskningsstudie visar dessutom på möjligheten att mängden ozon i stratosfären mellan sextionde breddgraderna på norra och södra halvklotet (60°N och 60°S) totalt sett förblivit oförändrat eller minskat svagt sedan 1998, på grund av minskningar i nedre stratosfären där merparten av stratosfärens ozon finns⁴. Ett annan studie som byggt vidare på dessa resultat gör dock gällande att den iakttagna minskningen snarare beror på stora naturligt orsakade mellanårsskillnader⁵. Forskarna i den senare studien gör även gällande att varken kortlivade klorföreningar eller naturliga kortlivade bromföreningar kan ha orsakat någon större påverkan på nedbrytningen i den nedre stratosfären (se avsnitt 1.1.2).

Inte heller för UV-B strålning har det kunnat uppvisats någon tydlig minskning till följd av en återväxt av stratosfärens ozonskikt. Detta kan i sin tur bero på att en sådan minskning maskeras av naturliga variationer hos moln, partiklar och ozon.

REGIONALT

Beträffande förhållandena över polarområdena så uppvisar totalkolumnen ozon (den totala mängden ozon i stratosfären) över Antarktis en säkerställd ökning. I en nyligen publicerad studie, som baseras på direkta satellitmätningar, har man kunnat visa att nedbrytningen av ozon har minskat med 20 procent sedan 2005 som en följd av minskade halter ozonnedbrytande ämnen⁶. Observationer och modeller visar även att ozonminskningen över Antarktis påverkar klimatet i tropikerna och på södra halvklotet, såväl vindar, nederbörd, temperatur som solinstrålning påverkas⁷. Även minskade ozonhalter över Arktis har påverkat klimatet på norra halvklotet – sambandet har påvisats både för de kraftiga minskningarna av ozonhalten som skedde över Arktis under 2010–2011 dels för de mindre kraftiga minskningarna 2015–2016. Bland annat har den nordatlantiska jetströmmen förskjutits mot nordpolen.⁸

NATIONELLT

Nationella mätningar visar inte på några större förändringar av ozonskiktets tjocklek, men utvecklingen är fortsatt svagt positiv (se figur 1). Beträffande de nationella mätningarna av UV-strålningen (se figur 2) är trenden fortsatt neutral. Några effekter på UV-strålningen som en följd av ozonskiktets positiva utveckling har ännu inte kunnat fastställas.

4 William T. Ball m. fl. Evidence for a continuous decline in lower stratospheric ozone offsetting ozone layer recovery. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2018.

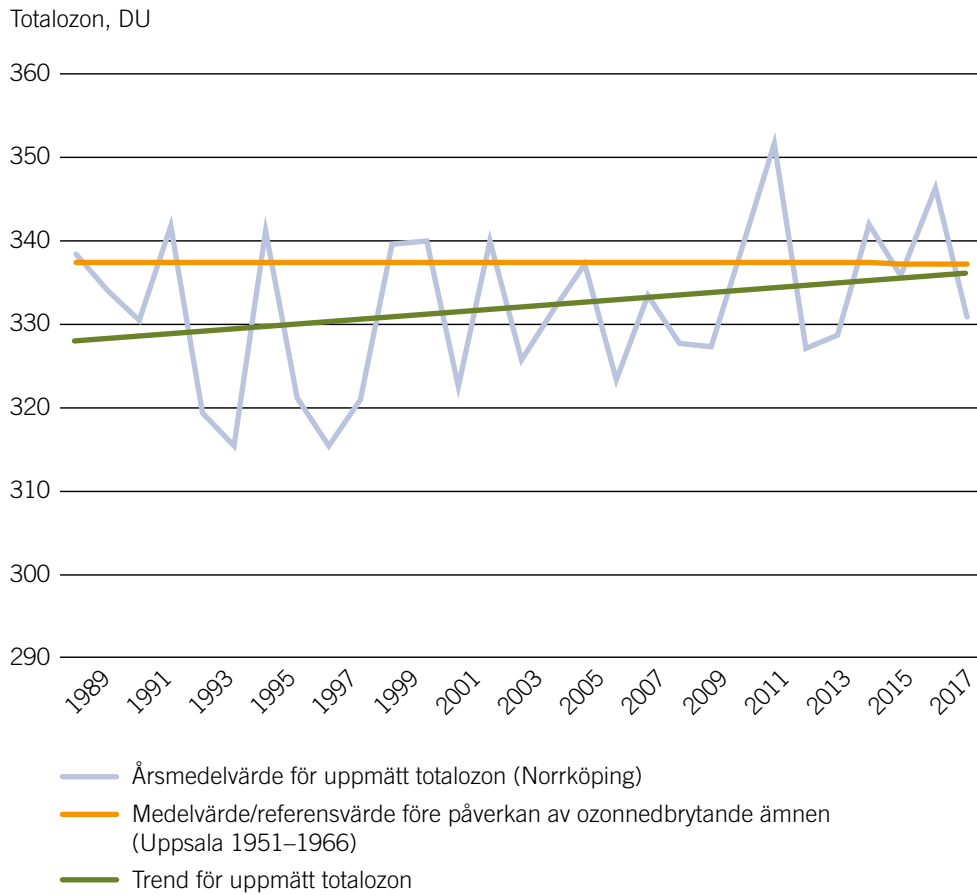
5 Martyn P. Chipperfield et al. On the Cause of Recent Variations in Lower Stratospheric Ozone. *Geophysical Research Letters*. 2018.

6 Susan E. Strahan and Anne R. Douglass. Decline in Antarctic Ozone Depletion and Lower Stratospheric Chlorine Determined From Aura Microwave Limb Sounder Observations. *Geophysical Research Letters*, Volume 45, 2018.

7 United Nations environment programme (2018). Environmental Effects of Ozone Depletion, UV Radiation and Interactions with Climate Change Environmental Effects Assessment Panel Update Report, 2017

8 Ibid.

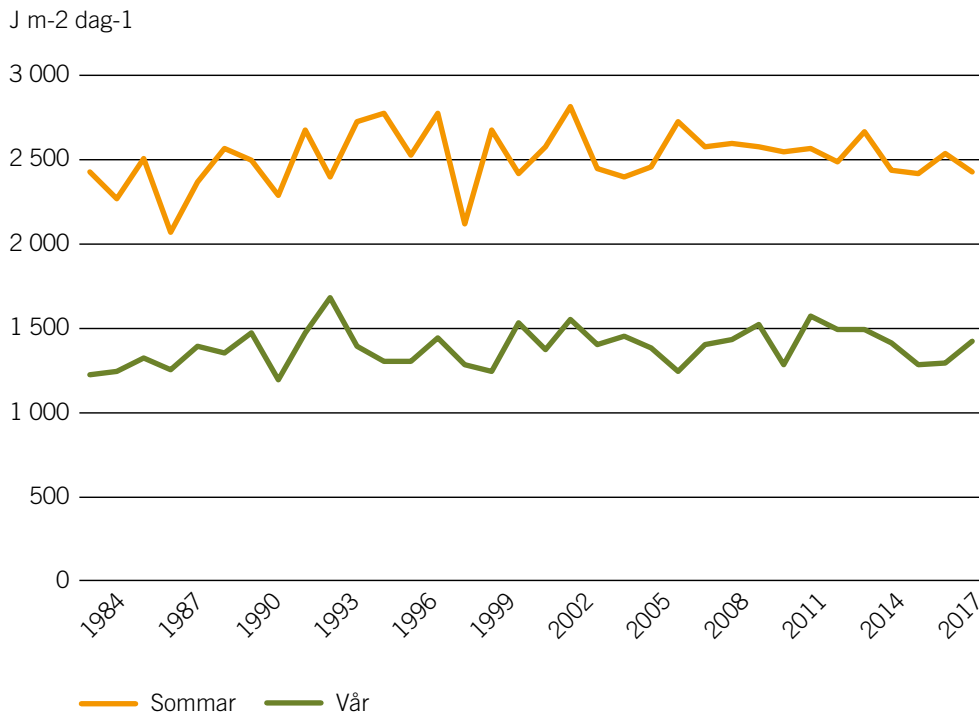
Figur 1. Ozonskiktets tjocklek över Sverige 1988–2017.



Figuren visar en jämförelse av ozonskiktets tjocklek vid mätplatser i Sverige före respektive efter påverkan från ozonnedbrytande ämnen. Ozonskiktet varierar mycket i tjocklek (blå linje), men är i genomsnitt (grön linje) tunnare idag än vad det var före introduktionen av ozonnedbrytande ämnen. Trots allt fler indikationer på en påbörjad återhämtning syns ännu ingen säkerställd trend i ozonskiktets tjocklek. Tjockleken på ozonskiktet mäts i Dobsonenheter, DU. Källa: Svensk miljöövervakning, SMHI⁹.

9 Bearbetade data från <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/ozon>

Figur 2. UV-strålning på marknivå 1983–2017.



Figuren visar hur UV-strålningen över Sverige har förändrats från 1980-talet, då påverkan från ozonnedbrytande ämnen var som störst. Trots allt fler indikationer på att ozonskiktet återhämtar sig syns ännu ingen tydlig minskning av UV-strålning. Detta beror delvis på att UV-mätningarna kom igång efter att den största minskningen av ozonskiktet ägt rum. Dessutom varierar den uppmätta UV-strålningen kraftigt, dels på grund av naturliga variationer i ozonskiktets tjocklek, dels på grund av påverkan från bland annat moln och halten av aerosoler. Källa: Svensk miljöövervakning, SMHI.

1.1.2 Precisering 2: ofarliga halter ozonnedbrytande ämnen

GLOBALT

Såväl utsläpp som halter i stratosfären av flertalet ozonnedbrytande ämnen minskar. De flesta ämnen som bryter ned ozonskiktet regleras under Montrealprotokollet, som hittills har resulterat i en cirka 98-procentig utfasning av dessa ämnen.¹⁰

Däremot fortsätter såväl utsläpp som halter av lustgas (N_2O) att öka^{11,12}, trots att utsläppen regleras under FN:s klimatkonvention. Utsläppen av lustgas, som både bryter ned ozonskiktet och bidrar till växthuseffekten, är

10 Assessment for Decision-Makers: Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2014, World Meteorological Organization, Global Ozone Research and Monitoring Project—Report No. 56, Geneva, Switzerland, 2014.

11 Ibid.

12 <https://agage.mit.edu/>.

sedan många år större än för någon annan ozonnedbrytande gas (med avseende på ozonnedbrytande potential)¹³.

Arbetet med att förklara avvikelserna som tidigare iakttagits mellan observerade atmosfäriska koncentrationer och rapporterade utsläpp av koltetraklorid (CCl₄) fortsätter¹⁴. I en ny forskningsrapport uppges de oredovisade utsläppen vara omkring 15 000–25 000 ton per år. Av dessa bedöms 13 000 ton per år komma från kemiindustrin.¹⁵

Under de senaste fem åren har forskarna insett att även kortlivade ozonnedbrytande ämnen kan nå upp till ozonlagret. Sådana kortlivade ämnen utgörs av både syntetiska klorerade föreningar och naturliga bromerade föreningar. De naturliga ämnena har lättare att nå stratosfären, eftersom utsläppen sker från varma tropiska hav där luften snabbt kan lyftas upp genom konvektion. Även andra specifika väderförhållanden, exempelvis den asiatiska sommarmonsunen, har förmåga att transportera kortlivade ämnen till stratosfären innan de hinner brytas ned. Båda dessa förhållanden förväntas även öka i ett varmare klimat. Detta innebär att ett antal kortlivade ämnen, som ännu inte regleras under Montrealprotokollet, måste räknas in som potentiellt ozonnedbrytande ämnen. Exempelvis har halten av ämnet diklormetan (CH₂Cl₂) ökat med åtta procent i atmosfären mellan 2004 och 2014. Den exakta orsaken är inte klarlagd ännu, men om ökningen fortsätter i nuvarande takt bedömer forskare att ozonskiktets återhämtning i värsta fall kan försenas med upp till 30 år.¹⁶ I Sverige förbjöds diklormetan i konsumentprodukter 1993, och sedan 1996 råder i princip ett förbud även mot industriell användning av ämnet, dock med vissa undantag (exempelvis inom läkemedelsindustrin).

Slutligen visar en ny forskningsstudie att den atmosfäriska halten av CFC-11 minskade i jämn takt mellan 2002 och 2012, men därefter har minskningstakten avtagit med femtio procent. Modellresultat tyder på att utsläppen av CFC-11 har ökat sedan 2012 – detta trots att CFC-11 tillhör de reglerade ämnena och trots att den rapporterade produktionen i stort varit obefintlig sedan 2006. Det är första gången som produktionen av en av de vanligaste klorfluorkarbonerna, så kallade freoner, har ökat under en längre period sedan produktionskontrollerna startade under sent 1980-tal.¹⁷

13 A. R. Ravishankara, John S. Daniel, Robert W. Portmann. Nitrous Oxide (N₂O): The Dominant Ozone-Depleting Substance Emitted in the 21st Century. Published online 27 August 2009; 10.1126/science.1176985.

14 Naturvårdsverket, 2015: Mål i sikte. Analys och bedömning av de 16 miljö kvalitetsmålen i fördjupad utvärdering. Volym 1. Rapport 6662.

15 David Sherry m.fl. Current sources of carbon tetrachloride (CCl₄) in our atmosphere. Environmental Research Letters, vol. 13, nr 2, 2018.

16 Ryan Hossaini m.fl. The increasing threat to stratospheric ozone from dichloromethane. Nature Communications 8, Article number: 15962 doi:10.1038/ncomms15962, 2017.

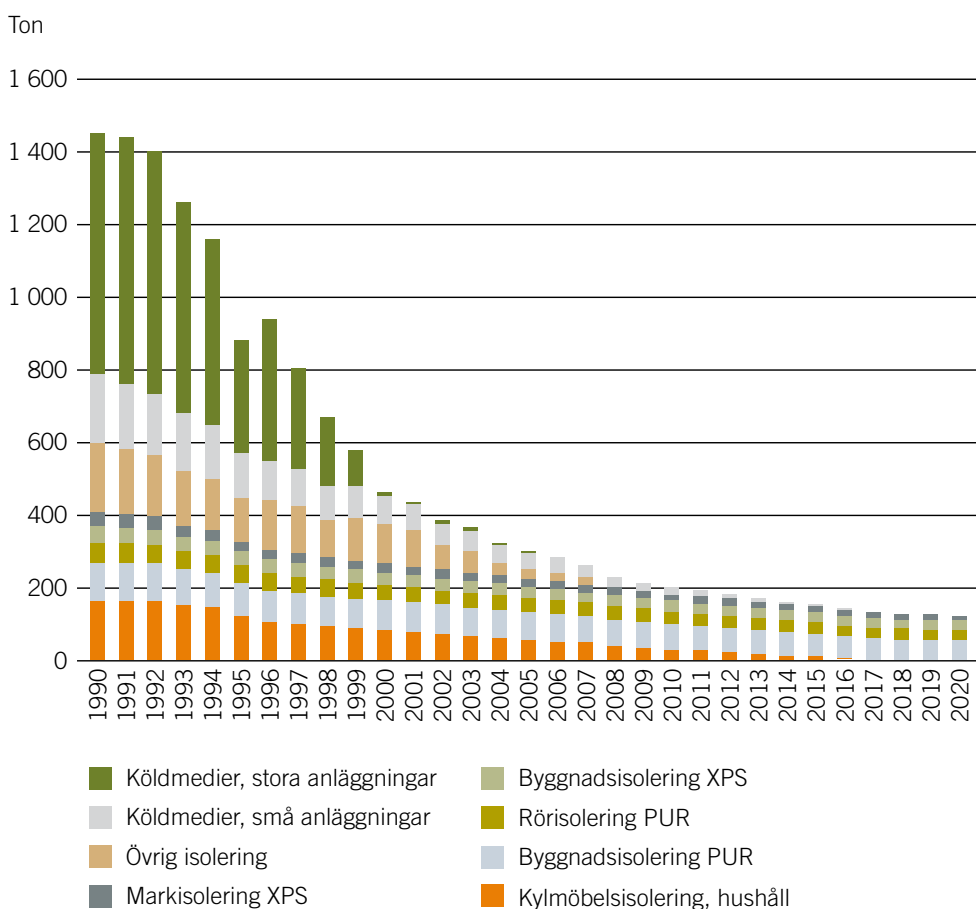
17 Stephen A. Montzka m.fl. An unexpected and persistent increase in global emissions of ozone-depleting CFC-11. Nature 557 2018.

NATIONELLT

De nationella utsläppen av reglerade ozonnedbrytande ämnen består nästan uteslutande av CFC (klorfluorkarboner) från befintliga och uttjänta produkter.

Utsläpp från exempelvis kyl- och frysmöbler samt bygg-, rör- och markisolering, fortsätter att minska. 2018 beräknas utsläppen av CFC i Sverige uppgå till cirka 129 ton. Det kan jämföras med utsläppen 2016 som var cirka 142 ton (se figur 3). Den absoluta huvuddelen av de kvarvarande nationella utsläppen av CFC uppstår genom bristfälligt omhändertagande av isoleringsmaterial vid rivningar¹⁸.

Figur 3. Utsläpp av klorfluorkarboner (CFC) i Sverige 1990–2020.



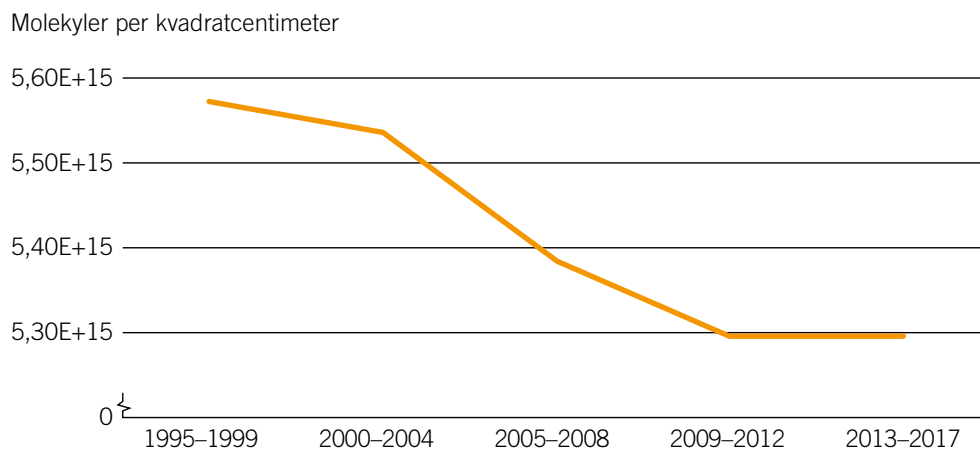
Figuren visar utsläpp av det ozonnedbrytande ämnet CFC från olika produktgrupper mellan 1990 och 2020 utifrån beräkningar. De nationella utsläppen bedöms fortsätta att minska och bedöms nu vara nere på cirka 130 ton per år. Källa: Naturvårdsverket¹⁹.

¹⁸ Naturvårdsverket, 2015: Mål i sikte. Analys och bedömning av de 16 miljö kvalitetsmålen i fördjupad utvärdering. Volym 1. Rapport 6662.

¹⁹ Emissioner och kvarvarande mängder CFC i Sverige, IVL 2011

Den totala halten klor i atmosfären minskade mellan 1999 och 2008 (se figur 4). Det visar nationella mätningar av väteklorid (HCl), det ämne i vilket merparten av atmosfärens klor finns lagrat. Den nedåtgående trenden för HCl har dock avstannat mellan de två senaste femårsperioderna. Detta är något som observerats vid alla mätstationer på norra halvklotet, men inte på det södra halvklotet. Enligt modellberäkningar kan detta bero på förändringar i norra hemisfärens cirkulation²⁰.

Figur 4. Halten klor i atmosfären 1995–2017.



Figuren visar klorkolumnen, mätt som mängd väteklorid (HCl) i atmosfären. Kolumnen är uppmätt med infraröd solabsorptionsmätning ovanför Harestua i Norge. Årsmedelvärdet minskade mellan 1999 och 2008. Trenden har sedan avstannat mellan de två senaste femårsperioderna. Källa: Chalmers tekniska högskola.

De totala antropogena utsläppen av lustgas 2016 var cirka 20 000 ton, vilket är en minskning med cirka 17 procent jämfört med 1990 (se figur 5). Utsläppen bedöms fortsätta att minska, om än i liten omfattning^{21,22}. Mellan 2015 och 2016 ökade dock utsläppen marginellt med cirka 0,5 procent. Ökningen förklaras främst med en ökad användning av stallgödsel på åkermark samt på ökande utsläpp från gödsel från betesdjur.

Även utsläppen från jordbrukssektorn, som står för cirka 76 procent av de totala nationella utsläppen av lustgas²³, har minskat sedan 1990. Minskningen beror främst på minskad djurhållning (framför allt mjölkkor och grisar) samt minskad användning av mineralgödsel. Effektiviseringar inom jordbruket, liksom åtgärder som införts för att minska kväveförlusterna har också bidragit till att utsläppen har minskat. Den största utsläppsminskningen har skett inom industrin, där utsläppen av lustgas minskat med 78 procent sedan 1990.²⁴

20 Mahieu et al., Recent Northern hemisphere stratospheric HCl increase due to atmospheric circulation changes, *Nature*, 515 (7525), 104–107, 2014.

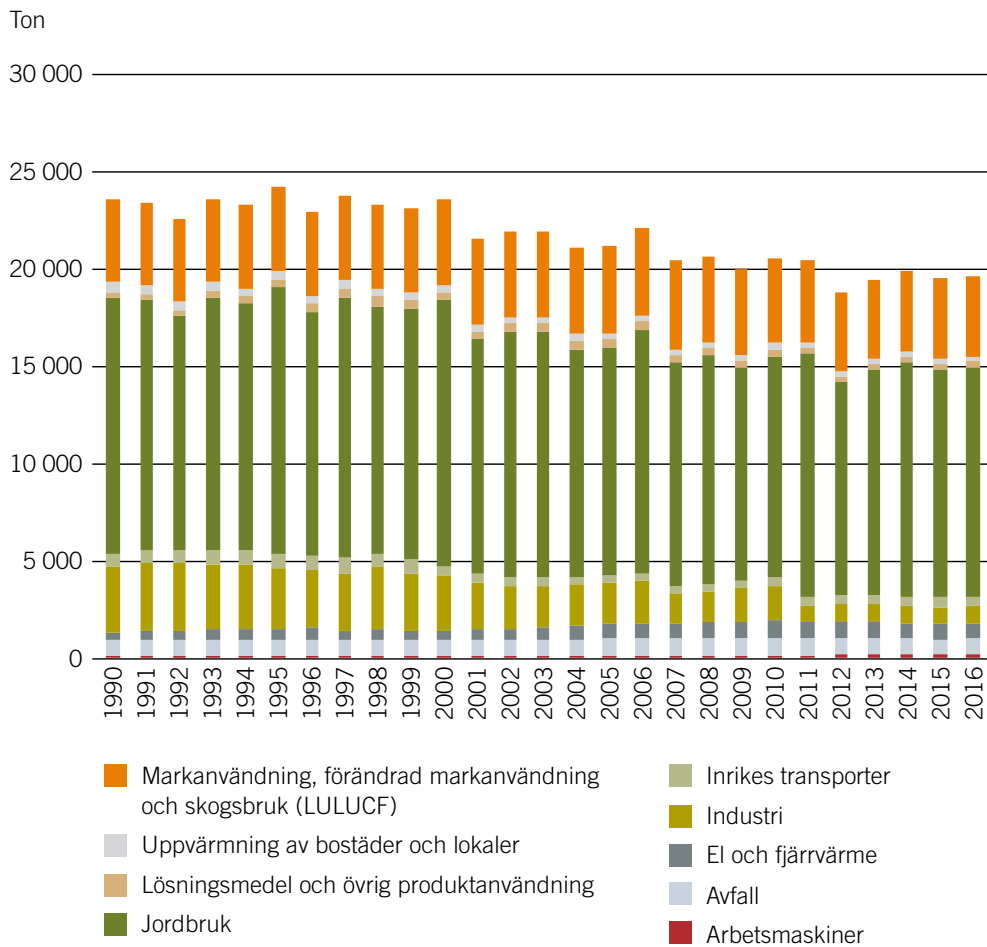
21 National Inventory Report Sweden 2018

22 Naturvårdsverkets rapport 6782, Fördjupad analys av svensk klimatstatistik, 2017

23 Inklusivt markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk.

24 Naturvårdsverkets rapport 6782, Fördjupad analys av svensk klimatstatistik, 2017

Figur 5. Utsläpp av lustgas 1990–2016.



Figuren visar utsläpp av lustgas från olika sektorer under åren 1990 till 2016. De nationella utsläppen minskar sakta och är nu nere i cirka 20 000 ton per år. Källa: Naturvårdsverket, Sveriges officiella statistik.

1.2 Miljöarbete

1.2.1 Montrealprotokollet

Det internationella arbetet inom ramen för Montrealprotokollet om ozonnedbrytande ämnen är avgörande för att nå miljökvalitetsmålet Skyddande ozonskikt. Protokollet har utformats för att minska produktion och konsumtion av ozonnedbrytande ämnen i syfte att minska ämnenas förekomst i atmosfären och på så sätt skydda jordens ozonskikt. Montrealprotokollet innehåller en unik justeringsbestämmelse, som gör det möjligt för parterna att snabbt reagera på ny vetenskaplig information och på så vis påskynda de minskningar som krävs. Montrealprotokollet har uppnått en global omfattning och antalet deltagande stater är i dagsläget 197 stycken.

HCF – Från ett miljöproblem till ett annat

En av de viktigaste frågorna som parterna till Montrealprotokollet har framfört sig att hantera är den kraftiga produktions- och konsumtionsökningen av fluorerade kolväten (HFC). Kemikalieindustrin utvecklade HFC under 1990-talet för att ersätta de ozonnedbrytande ämnena och HFC-ämnen har i sig ingen ozonnedbrytande potential. Däremot har många HFC-ämnen visat sig ha en kraftigt klimatpåverkande effekt och de kan därför ge en indirekt negativ påverkan på ozonskiktet.

Vid partsmötet under Montrealprotokollet (MOP28) i Rwanda 2016 enades parterna om ett tillägg av växthusgasen HFC till Montrealprotokollet, det så kallade Kigalitillägget. Överenskommelsen innebär en reglering av HFC och att både produktion och konsumtion av HFC successivt ska fasas ut med start 2019. Beslutet innebär en konkret åtgärd för att uppnå målen för Parisavtalet. Enligt beräkningar är det ett signifikant steg som kan minska uppvärmningen med upp till 0,5°C till 2100²⁵ (se även fördjupad utvärdering av miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan).

Vid den 11:e partskonferensen för Wienkonventionen och det 29:e partsmötet för Montrealprotokollet i Montreal 2017 fylldes den multilaterala fonden på med ytterligare 540 miljoner USD. Fonden syftar till att stödja utvecklingsländernas fortsatta utfasning av ozonnedbrytande ämnen. Framförallt kommer fokus att ligga på fortsatt utfasning av HCFC samt att påbörja utfasningen av fluorerade kolväten (HFC). Parterna var även överens om behovet av att utöka stödet för den globala övervakningen av ozonskiktet och dess kopplingar till klimatet. En uppmaning framfördes även till de parter som ännu inte ratificerat Kigalitillägget om att göra detta.²⁶

Naturvårdsverket har under 2017 fortsatt att ge stöd till regeringen i förhandlingsarbetet, dels inom ramen för Montrealprotokollet dels inom EU. En stor del av detta arbete har varit fokuserat på att fasa ut HFC-ämnen, som kommit att ersätta flera ozonnedbrytande gaser. HFC bidrar inte till att bryta ned ozon, men kan ge en indirekt negativ påverkan via sin klimateffekt (se även uppföljningen av miljö kvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan).

1.2.2 EU:s förordning om ozonnedbrytande ämnen

Ett annat viktigt avtal för att minska användningen och utsläpp av ozonnedbrytande ämnen är EU:s förordning om ämnen som bryter ned ozonskiktet²⁷. EU:s förordning är mer långtgående än Montrealprotokollet, dels för att den har ett tidigare avvecklingsdatum för HCFC dels för att den innehåller ett förbud mot påfyllnad av CFC och HCFC i kyl-, frys och luftkonditioneringsanläggningar. Även redan avvecklade ämnen och användningsområden har fasats ut i snabbare takt. Att en viktig grupp länder redan vidtagit strängare

25 Y. Xu1, m.fl. The role of HFCs in mitigating 21st century climate change. Atmospheric Chemistry and Physics. 2013.

26 OzoNews 30 november 2017, Vol. XVII.

27 Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1005/2009 av den 16 september 2009 om ämnen som bryter ned ozonskiktet, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX:32009R1005>

åtgärder i och med den tidigare lagda avvecklingen har haft stor betydelse för revideringen av Montrealprotokollet. EU:s förordning verkar för att medlemsländerna gemensamt uppfyller Montrealprotokollet.

1.2.3 Styrmedel och åtgärder mot lustgasutsläpp

Lustgas regleras inte inom ramen för Montrealprotokollet, utan är istället en av de växthusgaser som regleras under Kyotoprotokollet. Utsläppen, som både bryter ned ozonskiktet och bidrar till växthuseffekten, är i dag större än för någon annan ozonnedbrytande gas med avseende på dess ozonnedbrytande potential. Kyotoprotokollet kräver emellertid bara att man minskar den totala halten av klimatgaserna i protokollet (uttryckt i koldioxidekvivalenter) men reglerar inte hur detta görs. Det innebär att det inte finns några direkta krav på att minska utsläppen från just lustgas. Man kan följaktligen lika gärna minska utsläppen från andra ämnen, vilket oftast är tekniskt lättare och billigare.

I EU:s gemensamma jordbrukspolitik och det svenska landsbygdsprogrammet för perioden 2014–2020 finns ett ökat fokus på minskade växthusgasutsläpp och därmed förutsättningar för att minska utsläppen av lustgas. Från och med 2015 har man kunnat söka stöd (miljöersättningar) för skötsel av våtmarker²⁸, och från 2016 även stöd för åtgärder som syftar till att minska kväveläckage samt upprätta skyddszoner. Den slutliga miljöeffekten beror på vilka åtgärder medlemsländerna väljer att införa, hur många lantbrukare som väljer att söka stöd samt hur stor den slutliga budgeten blir²⁹. Arbetet pågår nu med att ta fram ett förslag för den kommande programtiden 2020–2026. EU-kommissionen har tidigare presenterat en så kallad kommunikation kring den framtida inriktningen för jordbrukspolitiken som pekar ut kommissionens ambitioner och mål. Naturvårdsverket har i ett inspel till regeringen bland annat framfört att man ser positivt på att förslaget nämner åtgärder som syftar till en mer resurseffektiv användning av näringsämnen. Exempelvis nämns här precisionsgödsling som minskar läckage av kväve till vatten och utsläpp av lustgas till luften.

Genom projektet Greppa Näringen, som infördes 2001, kan lantbrukare bland annat få rådgivning om minskning av näringsläckaget vid gödsling. Enligt en utvärderingsrapport har den ökade rådgivningen till lantbrukare minskat kväveläckaget och samtidigt ökat skördarna³⁰.

I Sverige pågår forskning om lustgasutsläpp vid flera universitet. Exempelvis bedrivs studier vid Göteborgs universitet och vid Sveriges lantbruksuniversitet.

28 Förutom att orsaka utsläpp av metan kan anlagda våtmarker även under vissa omständigheter bidra till utsläpp av lustgas.

29 Jordbruksverket (2012) Ett klimatvänligt jordbruk 2050, Rapport 2012:35.

30 AgriFood Economics Centre Policy Brief. Nr 2015:1. www.agrifood.se. 2015.

Beträffande insatser i övrigt för att minska utsläpp av kväveföreningar till luft och vatten hänvisas till uppföljningen av miljö kvalitetsmålen Ingen övergödning, Bara naturlig försurning och Frisk luft.

1.2.4 Utsläpp från Befintliga och uttjänta produkter

Utsläppen av ozonnedbrytande ämnen från befintliga och uttjänta produkter (så kallade banker) regleras inte av Montrealprotokollet, men inom EU är destruktion av ozonnedbrytande ämnen reglerat genom EU-förordningen 1005/2009, i vilken överblivna mängder hanteras som miljöfarligt avfall. I Sverige är EU:s reglering framförallt genomförd genom förordningen om fluorerade växthusgaser och ozonnedbrytande ämnen (2007:846), avfallsförordningen (2011/927), och PBL (plan- och bygglagen).

Den absoluta huvuddelen av de kvarvarande nationella utsläppen av CFC kommer från bristfälligt omhändertagande av isoleringsmaterial vid rivningar. Mycket tyder på att den informations satsning som Naturvårdsverket och Boverket tillsammans har genomfört under de senaste åren har resulterat i såväl ökad kunskap som ökat intresse, men också att faktiska åtgärder vidtas i ökande omfattning. Detta speglas inte minst i den regionala årliga uppföljning som länsstyrelserna gör (se vidare avsnittet *Regional uppföljning* nedan)³¹.

1.2.5 Regional Uppföljning

Enligt de regionala uppföljningarna av miljö kvalitetsmålet Skyddande ozonskikt för 2017 har antalet län som tar upp och informerar om problemet med ozonnedbrytande ämnen i byggisolering vid rivning fortsatt att öka. Flertalet länsstyrelser tar även upp behovet av förstärkt tillsyn och bättre riktad information, medan det endast är ett fåtal län och kommuner som rapporterar att detta verkligen sker.³² Flera län arbetar även med projektet Greppa Näringen som bygger på rådgivning om kväveläckage till lantbrukare.

Med hjälp av bidrag från Naturvårdsverkets program Klimatklivet har flera initiativ tagits för att minska lustgasutsläpp. Exempelvis har Folktandvården i Stockholm och Höglandssjukhuset i Eksjö installerat destruktionsanläggningar för lustgas.

1.3 De centrala problemen för målet

1.3.1 Vändpunkt och återväxt

För preciseringen om ozonskiktets vändpunkt och återväxt är ozonskiktets tjocklek det viktigaste uppföljningsmättet. Preciseringen bedöms som upp-

31 Regional uppföljning av miljö målen: <https://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/Regionala/Regional-uppfoljning-av-miljokvalitetsmalen-och-regionala-miljomal/>

32 Regional uppföljning av miljö målen: <https://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/Regionala/Regional-uppfoljning-av-miljokvalitetsmalen-och-regionala-miljomal/>

nådd då trenden för ozonuttunnningen är bruten, och det går att observera att en återväxt av ozonskiktet har påbörjats. En vändpunkt i ozonuttunnningen samt påbörjad tillväxt av ozonskiktet är lättare att säkerställa än en fullständig återhämtning. Om man utgår från att en påbörjad tillväxt av ozonskiktet är ett resultat av minskad påverkan från ozonnedbrytande ämnen, antas den önskvärda miljö kvaliteten – fullständig återhämtning till naturliga nivåer – uppnås vid ett senare tillfälle.

Det referensvärde som använts inom ramen för Montrealprotokollet utgörs av ett globalt medelvärde för det tillstånd som rådde innan ozonskiktet var utsatt för nämnvärd mänsklig påverkan. Referensvärdet är för närvarande ozonskiktets tillstånd 1980 (medelvärdet 1964–1980). På senare tid har konstaterats att det över vissa områden fanns en påverkan redan 1960, men man har ändå valt att ha kvar 1980 som referensvärde, framförallt på grund av att data före 1980 är mindre säkra.

Att bättre förstå de komplexa kopplingarna mellan mängden ozon i atmosfären, atmosfärens kemi och storskaliga cirkulation samt klimatförändringen är av hög prioritet. Insikten om behovet av ytterligare forskning och systematisk övervakning inom detta område har ökat de senaste åren.

1.3.2 Ofarliga halter ozonnedbrytande ämnen

Det önskvärda miljötillståndet för preciseringen om ofarliga halter ozonnedbrytande ämnen uppnås när de av människan orsakade halterna i atmosfären av sådana ämnen – mätt som effektiva klorekvivalenter i stratosfären, EESC – återgår till sådana nivåer att ozonskiktet inte längre påverkas negativt. Enligt WMO³³ utgår man fortfarande från de halter som rådde 1980, trots att forskarna nu anser att halterna var över det naturliga redan 1960. Bedömningen är dock att 1980 års värden ändå anses vara tillräckliga för att det inte ska föreligga någon risk för uppkomst av ett så kallat ozonhål. Halten EESC har enligt internationell expertis ansetts som en god indikator på tillståndet när det gäller ozonnedbrytande ämnen. Montrealprotokollet har i dagsläget resulterat i en 98-procentig utfasning av de ozonnedbrytande ämnen som regleras. De återstående två procenten utgörs i huvudsak av HCFC (ersättning för CFC)³⁴.

Preciseringen förutsätter även en minskning av andra ozonnedbrytande ämnen. I dagsläget är till exempel utsläppen av lustgas, som regleras av Kyotoprotokollet, större än för någon annan ozonnedbrytande gas med avseende på ämnets ozonnedbrytande potential. De globala utsläppen av lustgas ökar, även om siffrorna är osäkra. Utsläpp och halter av lustgas följs upp genom att analysera trenderna för nationella och globala utsläpp samt halter i atmosfären.

33 Assessment for Decision-Makers: Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2014, World Meteorological Organization, Global Ozone Research and Monitoring Project—Report No. 56, Geneva, Switzerland, 2014.

34 <http://ozone.unep.org/en/focus/montreal-protocol-achievements-date-and-challenges-ahead>

Både globalt och nationellt utgör utsläppen från befintliga och uttjänta produkter ett av de stora återstående problemen. Beträffande de svenska utsläppen så uppstår dessa i första hand som läckage av CFC från isoleringsmaterial, som använts i väggar, tak, golv samt runt varmvattenberedare och fjärrvärmerör. Läckaget uppstår främst när byggnader som uppförts eller tilläggsisolerats från 1960 till mitten av 1990 ska rivas. I stället för att förbrännas på anläggningar som klarar av att destruera CFC, hamnar en stor andel av isoleringsmaterialet i stället på vanliga sopförbränningsanläggningar eller läggs på deponier. I Sverige kan destruktionen av ozonnedbrytande ämnen följas upp via rapportering från destruktionsanläggningar. Här särredovisas emellertid inte varifrån de ozonnedbrytande ämnena kommer, varför uppföljningen av de nationella utsläppen istället får göras i form av beräkningar och utredningar³⁵.

Insikten att även kortlivade ozonnedbrytande ämnen kan nå upp till ozonlagret och där bidra till uttunnningen av ozonskiktet är relativt ny. Dessa ämnen utgörs av både syntetiska klorerade föreningar och naturliga bromerade föreningar. Detta innebär att ett antal kortlivade ämnen, som ännu inte regleras under Montrealprotokollet, måste räknas in som potentiellt ozonnedbrytande ämnen.

35 IVL. Emissioner och kvarvarande mängder CFC i Sverige, B2016, version 2, 2012.

2 Analys av förutsättningar att nå målet och orsaker till situationen för målet

2.1 Effekter av styrmedel och åtgärder på miljötillståndet

2.1.1 Drivkrafter och aktörer

Globalt sett är det produktionen av ozonnedbrytande ämnen som i första hand lett till nedbrytningen av ozonskiktet. Ämnena har bland annat använts i kyl- och frysutrustning, klimatanläggningar, isoleringsmaterial, brandsläckningsutrustning och bekämpningsmedel inom jordbruket.

I takt med att produktion och utsläpp av flertalet av de ozonnedbrytande ämnena succesivt har minskat inom ramen för Montrealprotokollets utfasningsschema, har utsläpp av ämnen som inte omfattas av protokollet fått en ökad betydelse. Framför allt har utsläppen av lustgas fått en allt mer framträdande roll. De globala, antropogena utsläppen av lustgas kommer främst från jordbrukets gödselhantering och djurhållning (66 procent). Detta sker främst genom att kväve tillförs via mineralgödsel, stallgödsel och kvävefixerande växter för att sedan omvandlas till lustgas. Även industriell produktion, främst tillverkning av salpetersyra och adipinsyra) tillsammans med förbränning av fossila bränslen (15 procent), skogsbränder inklusive förbränning av skörderester (11 procent) samt reningsverk (3 procent) står för betydande direkta utsläpp av lustgas³⁶. Dessutom bidrar jordbrukets kvävehantering samt all förbränning av fossila bränslen även indirekt genom utsläpp av kväveoxider, som efter deposition på mark och vatten kan omvandlas till lustgas.

Det finns även kvar stora mängder ozonnedbrytande ämnen i befintliga och uttjänta produkter. Här är det framförallt brister i omhändertagandet av dessa som leder till utsläppen.

Flera kortlivade ämnen som tidigare inte bedömts utgöra ett hot mot ozonskiktet regleras inte heller inom Montrealprotokollet. En stor andel av dessa består i och för sig av naturliga emissioner från mark och vatten och förväntas öka i samband med klimatförändringen. Resterande är dock industrikemikalier och används till exempel som lösningsmedel eller vid framställandet av andra ämnen.

36 UNEP. Drawing Down N₂O to Protect Climate and the Ozone Layer, 2013.

Nationellt är det utsläppen från befintliga och uttjänta produkter som står för merparten av våra kvarvarande utsläpp av sådana ämnen som i övrigt regleras inom ramen för Montrealprotokollet³⁷. Även i Sverige domineras dock utsläppen totalt sett av lustgas, i första hand från jordbruket.

2.1.2 Utsläpp som regleras under Montrealprotokollet

Montrealprotokollet utgör tillsammans med EU-förordningen (2009/1005) och den nationella förordningen (2007:846) de centrala styrmedlen för att nå det önskade miljötillstånd som miljö kvalitetsmålet eftersträvar. Samtliga tre styrmedel har varit i bruk sedan länge och bedöms i stora drag ha lett till förväntade effekter. Sedan 1987, då protokollet beslutades, har produktionen av ozonnedbrytande ämnen, mätt som ODP³⁸, minskat från 1,8 miljoner ton till cirka 40 000 ton³⁹. Forskare bedömer att protokollet kommer att innebära cirka två miljoner färre fall av hudcancer till 2030⁴⁰. Utan protokollet skulle nedbrytningen av ozonskiktet ha ökat med 50 procent på norra halvklotet och med 70 procent på södra halvklotet. Som exempel bedöms ozonhålet över Antarktis ha varit 40 procent större 2013 utan Montrealprotokollet⁴¹. Även om avvecklingsarbetet under Montrealprotokollet i det hela fortskrider enligt schemat finns det fortfarande möjligheter för undantag och dispenser från förbud att använda ozonnedbrytande ämnen. Detta gäller bland annat metylbromid, klorfluorkarboner (CFC), koltetraklorid (CCl₄) och HCFC.

Dessvärre fortgår även de redan tidigare uppmärksammade och oförklarligt höga utsläppen av koltetraklorid, som används vid tillverkning av olika kemikalier inklusive köldmedier som HCFC-22, HFC-245fa och nya HFO:er (hydrofluoroolefins)⁴². Exempelvis förväntas förbrukningen av koltetraklorid mer än fördubblas mellan 2015 och 2025, från en nivå på 166 000 ton till 419 000 ton⁴³. Vidare anses den nyligen upptäckta ökningen av CFC-11 inte kunna förklaras utifrån läckage från gamla varor och byggnader. En av slutsatserna är att utsläppen istället kommer från produktion av CFC-11 i strid mot Montrealprotokollet.⁴⁴ En del av denna ökning förklaras dock av en förändrad dynamik och förändrade processer i stratosfären.

37 Endast produktion och konsumtion regleras under Montrealprotokollet (se även avsnitt 1.2.4)

38 ODP (Ozone Destructive Potential) står för den ozonnedbrytande potential en förening har jämfört med CFC-11 (CFC-11 har ett ODP-värde = 1).

39 <http://ozone.unep.org/en/focus/montreal-protocol-achievements-date-and-challenges-ahead>

40 M.P Chipperfield et al, Quantifying the ozone and ultraviolet benefits already achieved by the Montreal Protocol. Nature Communications volume 6, Article number: 7233, 2015.

41 Chipperfield, M. P. et al. Quantifying the ozone and ultraviolet benefits already achieved by the Montreal Protocol. Nat. Commun. 6, 7233, 2015.

42 Naturvårdsverket, 2015: Mål i sikte. Analys och bedömning av de 16 miljö kvalitetsmålen i fördjupad utvärdering. Volym 1. Rapport 6662

43 D. Sherry, Tecnon OrbiChem. Carbon Tetrachloride (CTC) 2016-2025: Long, Balanced or Tightening? The Impact of HFCs and HFOs examined. NSA kommunikation 17 April 2017.

44 Stephen A. Montzka m.fl. An unexpected and persistent increase in global emissions of ozone-depleting CFC-11. Nature 557 2018.

2.1.3 Övrig reglering

Utsläppen av lustgas fortsätter att öka globalt. Det är emellertid viktigt att tydliggöra att lustgasutsläppen inte bedöms hindra uppfyllandet av miljö-kvalitetsmålet (påbörjad återväxt). Utsläppen kan däremot försena en fullständig återhämtning betydligt. Det är allvarligt nog, med tanke på de ytterligare fall av exempelvis hudcancer och ögonstarr som ett uttunnat ozonskikt medför. Globalt står Asien för de största utsläppen av lustgas. Den största ökningen av lustgas de senaste tjugo åren har skett i delar av Sydamerika och södra Asien, men framför allt i östra delen av Asien⁴⁵.

Lustgas regleras under Kyotoprotokollet. Här finns emellertid inte några direkta krav på minskningar av specifika ämnen (se avsnitt 1.2.2). Förhoppningarna om att klimatkonventionen ska leda till minskade utsläpp av lustgas har dock ökat sedan Parisavtalet trädde i kraft i november 2016. Inte minst eftersom många av ländernas nationella åtaganden (Intended Nationally Determined Contributions, INDC) omfattar åtgärder som kan leda till minskade utsläpp. Även flera utvecklingsländer med stora lustgasutsläpp lämnade in åtaganden som innehöll sådana åtgärder. En global översyn för att följa upp framstegen mot Parisavtalets mål kommer att ske vart femte år, med start 2023.

Beträffande reglering i övrigt för att minska utsläpp av kväveföreningar till luft och vatten hänvisas till uppföljningen av miljö-kvalitetsmålen Ingen övergödning, Bara naturlig försurning och Frisk luft.

2.1.4 Befintliga och uttjänta produkter

Utsläpp från befintliga och uttjänta produkter beräknas ur ett globalt perspektiv bidra till en större andel av den framtida ozonnedbrytningen än utsläppen från samtliga de ämnen som regleras under Montrealprotokollet⁴⁶. I en rapport⁴⁷, som togs fram på uppdrag av Naturvårdsverket, görs bedömningen att så mycket som 90 procent av CFC i isoleringsmaterial i Sverige inte tas om hand vid rivning och ombyggnationer. Den främsta orsaken är, enligt rapporten, bristande kunskap. Bristerna berör en rad områden, exempelvis vilken miljöpåverkan CFC har, var man kan hitta det, hur man identifierar det och hur det ska tas om hand. Vidare berör den bristande kunskapen så gott som alla aktuella aktörer: fastighetsägare, inventerare, inblandade entreprenörer, tillsynsmyndigheter, sorteringsanläggningar och förbränningsanläggningar. Det finns ingen som tyder på att detta skulle vara ett unikt problem för Sverige – övriga länder brottas förmodligen med en liknande problematik.

45 Drawing Down N2O to Protect Climate and the Ozone Layer, UNEP (2013).

46 Assessment for Decision-Makers: Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2014, World Meteorological Organization, Global Ozone Research and Monitoring Project—Report No. 56, Geneva, Switzerland, 2014.

47 WSP. Utvärdering av återvinning av CFC i byggisoleringsmaterial, 2013.

Det informationsarbete som har bedrivits från Naturvårdsverket och Boverket har ökat kunskapen om problemet, och har även fått ett visst genomslag i åtgärdsarbetet. Det framgår bland annat av den senaste årliga regionala uppföljningen av miljömålen⁴⁸. Det finns dock behov av ytterligare insatser, bland annat globalt genom Sveriges medverkan inom ramen för Montrealprotokollet. Bidrag till den multilaterala fonden för utfasningen av ozonnedbrytande ämnen samt kunskapsöverföring blir därmed fortsatt viktigt.

2.1.5 Summering

Sedan förra årets uppföljning av miljömålen och den fördjupade utvärderingen 2015 har det inte skett några förändringar beträffande miljötillståndet, eller förutsättningarna i övrigt, som är av sådan vikt att möjligheterna att nå målet har förändrats avsevärt. Redan tidigare har det funnits en osäkerhet i bedömningen, på grund av ozonskiktets naturliga variationer samt klimatets fortsatta påverkan. Denna osäkerhet har ökat i takt med ökad kunskap om frågans komplexitet. Andra faktorer ökar osäkerheten i bedömningen ytterligare:

- reglerade ämnen som inte minskar i enlighet med Montrealprotokollet i kombination med osäkerheter beträffande utsläpp av dessa ämnen,
- upptäckten av att oreglerade kortlivade ämnen kan nå stratosfären samt
- att lustgasutsläppen fortsätter att växa.

Till detta ska även läggas nya forskningsresultat som visar på möjligheten att ozonskiktet mellan de sextionde breddgraderna på södra och norra halvklotet (60°N och 60°S) totalt sett inte har börjat återhämta sig, och att detta beror på minskningar av ozonskiktet i den nedre stratosfären. En orsak till denna minskning kan exempelvis vara att klimatförändringarna förändrar mönstret på atmosfärens cirkulation, vilket leder till att mer ozon transporteras bort från tropikerna. En annan möjlig orsak kan vara att mycket kortlivade substanser, som innehåller klor och brom, har förstärkt nedbrytningen av ozon i den nedre stratosfären.

Tidpunkten då en säkerställd påbörjad återväxt av ozonskiktet förväntas inträffa har som ett resultat av detta förskjutits framåt, till någon gång under perioden 2020–2040. Att diklormetan och andra kortlivade ämnen bryts ned relativt snabbt är i sammanhanget en stor fördel och innebär att en minskad användning av dessa ämnen på kort tid kan åstadkomma positiva resultat. Det är dessutom inte troligt att de icke naturliga kortlivade ämnena fortsätter att öka i samma takt, på grund av att de i så fall skulle överskrida nuvarande globala produktionskapacitet med råge⁴⁹.

48 Regional uppföljning av miljömålen: <https://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/Regionala/Regional-uppfoljning-av-miljokvalitetsmalen-och-regionala-miljomal/>

49 Qing Liang, m.fl. Concerns for ozone recovery Climate change mitigation and compliance with the Montreal Protocol are crucial for ozone layer recovery. Science vol. 358, 2017.

Förutsatt att det internationella arbetet inom ramen för Montrealprotokollet fortsätter med oförminskad kraft, är det därför rimligt att anta att förutsättningarna för att nå miljökvalitetsmålet kommer att finnas på plats 2020. Ovan nämnda faktorer innebär dock att utvecklingen av miljö tillståndet, som tidigare varit positiv, har ändrats. Det går i nuläget inte att se en tydlig trend för miljö tillståndet. Detta ställer krav på ytterligare globala atmosfärkemiska mätningar samt ett ökat behov av att utveckla modeller som kan hantera en större komplexitet.

Ett fortsatt fokus på det internationella förhandlingsarbetet inom ramen för Montrealprotokollet är viktigt för att säkerställa målluppfyllelse. Fokus på internationellt arbete är också viktigt för att påskynda utvecklingen mot en fullständig återhämtning av ozonskiktet. Särskilt viktigt är det att dels införliva de nya ämnen som hotar ozonskiktet dels säkerställa ekonomiska resurser till den multilaterala fonden, som syftar till att stödja utvecklingsländernas genomförande av protokollet.

Det är även viktigt att minska utsläppen av kväveföreningar, eftersom många av dem kan omvandlas till lustgas, som både bryter ned ozonskiktet och bidrar till växthuseffekten. Åtgärder som leder till minskade utsläpp av kväveföreningar ökar dessutom förutsättningarna att nå många andra miljökvalitetsmål, bland annat Ingen övergödning, Bara naturlig försurning och Frisk luft. Eftersom många ozonnedbrytande ämnen dessutom påverkar klimatet, kommer ett framgångsrikt arbete inom Montrealprotokollet också att bidra till en minskad klimatpåverkan.

2.2 Övrig påverkan

2.2.1 Klimatets och växthusgasernas påverkan på ozonskiktet

Den fortsatta utvecklingen av ozonskiktet beror inte enbart på mängden ozonnedbrytande ämnen. Genom sin förmåga att hålla kvar jordens värmeutstrålning påverkar mängden växthusgaser stratosfärens temperatur och cirkulation. En ökning av växthusgaserna bedöms på så vis leda till en fortsatt nedkylning av stratosfären. Nedkylningen minskar nedbrytningshastigheten av ozon och bidrar till en förstärkt transport av ozonrik luft till polarområdena. Under förutsättning att klor- och bromhalterna i atmosfären hålls låga, bedöms båda dessa förändringar (minskad nedbrytning av ozon samt transport av ozonrik luft) tillsammans leda till en ökning av ozonet över polarområdena. Om halterna av klor och brom istället fortsätter att vara förhöjda kan det i stället leda till en ökad nedbrytning av ozonet. Nedkylningen av stratosfären ökar nämligen förutsättningarna för bildandet av polarstratosfäriska moln. Dessa moln katalyserar ozonnedbrytningen samtidigt som stora mängder ozonnedbrytande ämnen ackumuleras. Detta har störst betydelse för Arktis på grund av att stratosfärens temperatur där, till skillnad från Antarktis, normalt sett inte är så låg att polarstratosfäriska moln bildas.

Den hittills kraftigaste uttunnningen över Arktis inträffade under de tre första månaderna av 2011. Hela 80 procent av ozonet var då nedbrutet på vissa nivåer, och uttunnningen var lika stor i omfång som över Antarktis i mitten av 1980-talet. Även om vi kan räkna med liknande episoder framöver så pekar inte resultat från klimatmodeller på att frekvensen av så pass kalla ihållande perioder kommer att öka.

Ett varmare klimat kan även bidra till såväl snabbare transport som ökade utsläpp av kortlivade ozonnedbrytande ämnen. Högre temperaturer leder till ökande utsläpp av naturliga kortlivade bromerade föreningar från hav utmed ekvatorn. Dessutom förstärks specifika väderförhållanden, exempelvis den asiatiska sommarmonsunen vilket ökar risken för att både naturliga och antropogena kortlivade ämnen hinner nå stratosfären innan de bryts ner.

Ett varmare klimat kan även medföra en ökad frekvens av vegetationsbränder, som i sin tur ger upphov till ökade utsläpp av kortlivade föreningar som klometan (CH_3Cl) och brommetan (CH_3Br) samt lustgas⁵⁰. Dessutom ökar även utsläppen av koldioxid och metan, vilket leder till en självförstärkande återkoppling eftersom växthuseffekten då ökar ytterligare.

2.2.2 Vulkanutbrott och geoingenjörskonst

Så länge halterna av ozonnedbrytande ämnen fortfarande är höga, skulle en kraftig tillförsel av svaveldioxid till stratosfären kunna åstadkomma en nedbrytning av ozonskiktet. Svaveldioxid skulle kunna nå stratosfären efter exempelvis ett större vulkanutbrott. Tillförsel av svaveldioxid skulle också kunna ske avsiktligt i framtiden genom så kallad geoingenjörskonst, där man på storskalig nivå försöker manipulera klimatet för att begränsa den pågående uppvärmningen av jorden. Trots de uppenbara riskerna med en sådan avsiktlig manipulering i stor skala, har intresset för geoingenjörskonst ökat de sista åren som en sista utväg att balansera klimatet. På lång sikt bedöms dock varken vulkanutbrott eller avsiktlig manipulering få någon större betydelse för återhämtningen av ozonskiktet.

2.3 Osäkerheter

På grund av stora, naturliga variationer samt osäkerheter i mätdata, har en eventuell påbörjad återväxt inte kunnat säkerställas. Förutom när det gäller den övre stratosfären och över Antarktis, går det heller inte med säkerhet att säga huruvida de indikationer på en global återväxt vi ser idag är en följd av minskad påverkan från ozonnedbrytande ämnen eller beror på klimatet. Mycket av osäkerheten handlar om att ozonskiktets återhämtning kommer att inträffa i en förändrad atmosfär på grund av klimatförändringen. För de komplexa sambanden mellan ozonskiktet och klimatet, liksom för många

⁵⁰ Qing Liang, m.fl. Concerns for ozone recovery Climate change mitigation and compliance with the Montreal Protocol are crucial for ozone layer recovery. Science vol. 358, 2017.

andra atmosfäriska processer, råder fortfarande en stor osäkerhet. Bland annat beträffande det framtida klimatets påverkan på kopplingarna mellan ozon, atmosfärens kemi och atmosfärens storskaliga cirkulation. En ytterligare osäkerhetsfaktor är hur ett varmare klimat kommer att bidra till ökade utsläpp och snabbare transport av såväl antropogena som naturliga ozonnedbrytande ämnen.

Förutom ovanstående naturliga, vetenskapliga och tekniska osäkerheter, råder dessutom osäkerhet om i vilken utsträckning beslutade styrmedel får önskad effekt på aktörer och åtgärder. Många utvecklingsländer har hittills förlitat sig på bidrag från den multilaterala fonden. Ett fortsatt stöd från fonden bedöms fortsättningsvis vara viktigt för att trygga slutförandet av utfasningsarbetet samt efterlevnaden av protokollet. Det råder även osäkerhet om åtgärdernas effekt på miljötillståndet. Ett exempel är frågan om hur framgångsrika enskilda länder är i att omhänderta och destruera ozonnedbrytande ämnen i befintliga och uttjänta produkter (som inte regleras av Montrealprotokollet).

Slutligen kommer utsläppen av lustgas troligtvis att försena ett fullständigt återbildande av ozonskiktet, men orsakssambanden är komplexa och det är för närvarande oklart hur stor betydelse lustgasen kommer att få. Mycket beror givetvis på hur stora de framtida utsläppen kommer att bli. Lustgasavgången från marken har i flera studier dessutom visat sig variera mycket beroende på klimatologiska och platsgivna förhållanden. Det gör utsläppen svåra att mäta. Många studier visar därför på motstridiga resultat⁵¹, vilket medför att en stor variation samt att en stor osäkerhet finns inbyggd i alla prognoser. Trots detta är de flesta prognoser överens om att lustgasen kommer att fortsätta öka och ha en betydande påverkan på både ozonskiktet och klimatet⁵².

51 Naturvårdsverket (2008) Kväveförsörjning i en uthållig växtodling. Rapport 5871.

52 UNEP. Drawing Down N2O to Protect Climate and the Ozone Layer, 2013.

3 Bedömning av om målet nås

3.1 Centrala i bedömningen

Trots osäkerheter och delvis negativa trender är det Naturvårdsverkets bedömning att Montrealprotokollet på sikt har kapacitet att hantera dessa utmaningar, dels genom fortsatt miljöövervakning som ger bättre och längre tidsserier dels genom att införliva de nya ämnen som hotar ozonskiktet. Förutsatt att det internationella arbetet inom ramen för Montrealprotokollet fortsätter med oförminskad kraft, är det därför rimligt att anta att förutläggningarna för att uppnå miljö kvalitetsmålet kommer att vara på plats till 2020.

3.2 Andra aspekter av målet

På våra breddgrader är UV-strålning under molnfria förhållanden förhöjd med cirka fem procent jämfört med referensvärdet för 1980⁵³. Eventuella effekter på UV-strålningen som en följd av ozonskiktets positiva utveckling från år 2000 och framåt, har ännu inte kunnat fastställas då de naturliga variationerna är stora. Antalet fall av hudcancer fortsätter emellertid att öka⁵⁴. Förändringar i UV-strålningen, såväl observerade historiska förändringar som framtida uppskattade förändringar, bedöms på våra breddgrader emellertid vara små i förhållande till den överexponering som olämpliga solvanor medför.

I områden med kraftig uttunning av ozonskiktet pekar forskningsresultat på att ökad UV-strålning kan minska växtproduktionen på land⁵⁵.

Resultat från modeller baserade på ozonskiktets förändringar under perioden 2000–2100 indikerar att det kan ske en ökning av UV-strålning över tropikerna och en minskning över de mellersta och högre breddgraderna. Detta kan i sin tur medföra en risk för en ökning av antalet hudcancerfall i tropikerna, samtidigt som det finns en möjlig risk för att UV-strålningen på de mellersta och högre breddgraderna kommer att vara för låg för produktion av tillräckligt med D-vitamin⁵⁶.

53 Jay R. Herman. Global increase in UV irradiance during the past 30 years (1979–2008) estimated from satellite data. *Journal of geophysical research*, vol. 115, D04203, doi:10.1029/2009JD012219. 2010

54 <http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/6-Saker-stralmiljo/>.

55 Environmental effects of ozone depletion, UV radiation and interactions with climate change: UNEP Environmental Effects Assessment Panel, update 2017. *Photochem. Photobiol. Sci.*, 2018.

56 9th Meeting of the Ozone Research Managers of the Vienna Convention (recommendations). 2014.

3.3 Bedömning av målet som helhet

Miljökvalitetsmålet är uppnått eller kommer kunna nås.

3.4 Gradering av måluppfyllelse

För att miljökvalitetsmålets preciseringar ska anses vara uppnådda ska återväxten av ozonskiktet ha påbörjats, och orsaken ska vara kopplad till att halterna av ozonnedbrytande ämnen inte längre påverkar ozonskiktet negativt. Då de båda preciseringarna på så vis är beroende av varandra görs ovan en gemensam bedömning av de båda preciseringarna.

4 Prognos för utvecklingen av miljötillståndet

4.1 Utvecklingen av miljötillståndet på kort sikt (2020)

Det går inte att se en tydlig riktning för utvecklingen i miljön.

Det går i nuläget inte att se att återhämtningen av ozonskiktet har påbörjats. Forskare bedömde tidigare att en säkerställd återväxt av ozonskiktet skulle inträffa omkring 2019⁵⁷. Tidpunkten har nu senarelagts, och förväntas först inträffa någon gång under perioden 2020–2040⁵⁸.

De flesta reglerade ozonnedbrytande ämnen uppvisar en minskande trend beträffande både utsläpp och halter i atmosfären, och det gäller såväl nationellt som globalt. De utsläpp av ozonnedbrytande ämnen som inte regleras av Montrealprotokollet ökar dock samtidigt i betydelse. Hit hör utsläppen från befintliga och uttjänta produkter samt utsläppen av kortlivade ozonnedbrytande ämnen och lustgas. Denna utveckling bedöms fortsätta.

Dessutom har kunskapen om frågans komplexitet ökat. Framför allt handlar det om osäkerhet om hur den pågående klimatförändringen kan påverka ozonskiktet genom:

- den storskaliga atmosfärens dynamik (cirkulationen) och atmosfärens kemi,
- ökade utsläpp av lustgas och naturliga kortlivade ämnen från vatten och mark samt
- förstärkta väderförhållanden, exempelvis monsuner, som kan transportera upp kortlivade ämnen till stratosfären.

4.2 Utvecklingen av miljötillståndet på längre sikt – 2030 och 2050

4.2.1 Global halt klor i stratosfären

I det framtidsscenario som gjordes i den föregående expertutvärderingen under Montrealprotokollet förutsattes att utsläppen av de reglerade ämnena minskade i fullständig överensstämmelse med protokollet och att inga ytterligare tillägg eller ändringar genomfördes. De reglerade ämnena skulle därmed vara helt utfasade till 2030. Experterna utgick även från att framtida utsläpp från befintliga och uttjänta produkter inte skulle åtgärdas. Enligt detta

57 M Coldewey Egbers. A new health check of the ozone layer at global and regional scales. Geophysical research letters, published online 15 July 2014.

58 WMO Global Ozone Research and Monitoring Project Report No. 57, 2017.

scenario skulle den globala halten klor i stratosfären (räknat som effektiva klorekvivalenter, EESC) återvända till referensvärdet⁵⁹ omkring 2050 för de mellersta breddgraderna och omkring 2075 för Antarktis.

4.2.2 Halten Lustgas i atmosfären

Utsläpp av lustgas är i dag större än för någon annan ozonnedbrytande gas, och såväl utsläpp som halter fortsätter att öka globalt. I en studie där man sammanfört många prognoser för framtida lustgasutsläpp visar resultaten att utsläppen till 2050, med nuvarande styrmedel, i genomsnitt kommer att ha ökat med 83 procent jämfört med 2005. I de scenarier som utgår från en ambitiös satsning på nya styrmedel och åtgärder skulle utsläppen dock istället kunna minska med 22 procent.⁶⁰ Med så kraftfulla åtgärder kan halten av lustgas stabiliseras under 350 ppb (parts per billion, miljarddelar) 2050⁶¹ – vilket dock fortfarande är en bra bit över referensvärdet på 270 ppb.

4.2.3 Fullständig återväxt globalt

Utvecklingen av ozonskiktet på längre sikt kommer att vara komplex, med förväntade ökning och minskningar i olika regioner. Förutsatt en fullständig efterlevnad av Montrealprotokollet förväntas ozonskiktet över norra halvklotet (på breddgrader mellan 30 grader nord och 60 grader nord) återgå till referensvärdet⁶² kring 2030 och för södra halvklotet (på breddgrader mellan 30 grader syd och 60 grader syd) kring 2050.⁶³

4.2.4 Återväxt över Antarktis

Den bedömningen som gjordes av Montrealprotokollets vetenskapliga expertgrupp 2014 uppskattade återhämtningen av ozonskiktet över Antarktis till 2045–2060 (räknat som värmedelvärde). I denna bedömning inkluderas dock inte effekten av kortlivade ozonnedbrytande ämnen. Om till exempel nuvarande ökning av halten diklormetan i atmosfären fortsätter bedöms ozonskiktets återhämtning riskera en försening med upp till 30 år enligt en ny forskningsrapport⁶⁴. Detta innebär alltså att återväxten kan försenas till runt nästa sekelskifte, omkring år 2100. Bedömningen innehåller många osäkerheter och det finns dessutom flera andra kortlivade ämnen som kan komma att påverka utvecklingen. Enligt en ny vetenskaplig rapport bedöms till exempel återhämtningen av ozonhålet över Antarktis ske mellan 2060 och 2080⁶⁵.

59 År 1980 då ozonskiktet ännu ansågs opåverkad av mänskliga utsläpp av ozonnedbrytande ämnen.

60 Eric A Davidson and David Kanter. Inventories and scenarios of nitrous oxide emissions. *Environmental Research Letters*, Volume 9, Number 10, 2014.

61 Ibid.

62 Medelvärde 1964–1980.

63 World Meteorological Organization (WMO), Executive Summary: Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018, World Meteorological Organization, Global Ozone Research and Monitoring Project – Report No. 58, 67 pp., Geneva, Switzerland, 2018.

64 Ryan Hossaini m.fl. The increasing threat to stratospheric ozone from dichloromethane. *Nature Communications* 8, Article number: 15962 doi:10.1038/ncomms15962, 2017.

65 Susan E. Strahan and Anne R. Douglass. Decline in Antarctic Ozone Depletion and Lower Stratospheric Chlorine Determined From Aura Microwave Limb Sounder Observations. *Geophysical Research Letters*, Volume 45, 2018.

5 Behov av insatser – vad krävs för att målet ska nås?

5.1 Åtgärdsförslag

Det finns fortfarande mycket att göra för att säkerställa en positiv utveckling för ozonskiktet. Framför allt är det i utvecklingsländerna det resterande åtgärdsarbetet behöver ske. Det är följaktligen främst internationellt, inom ramen för Montrealprotokollet och EU, som Sverige idag kan verka för att minska de totala utsläppen av ozonnedbrytande ämnen. Genom att fortsätta bidra med ekonomiskt stöd, relevant forskning och övervakning samt kunna visa på ett verkningsfullt, praktisk och kostnadseffektivt nationellt åtgärdsarbete ökar vår trovärdighet och möjligheterna att få gehör i internationella sammanhang. Nedanstående åtgärdsförslag är i stora drag desamma som föreslogs i föregående fördjupade utvärdering 2015, och de är fortfarande aktuella.

5.1.1 Förhandlingsarbetet

Regeringen föreslås ha följande övergripande inriktning i det internationella arbetet inom ramen för Montrealprotokollet och EU:s nationella expertgrupp, som förbereder EU:s position inför förhandlingarna:

- Utvecklingsländer bör inom ramen för Montrealprotokollet få hjälp med att dels fasa ut användningen av klorfluorkolväten (HCFC) dels ersätta HCFC med alternativ som inte har någon negativ miljö- och klimatpåverkande effekt, alternativt så liten effekt som möjligt, enligt redan fattade beslut.
- Insamling och destruktion av upplagrade mängder (så kallade banker) ozonnedbrytande ämnen (i utrustning och material) bör inom ramen för Montrealprotokollet stimuleras för att motverka att dessa ämnen släpps ut i atmosfären.
- Montrealprotokollets möjligheter till undantag och dispenser från förbud att använda ozonnedbrytande ämnen bör successivt minska och till slut helt upphöra. Det gäller bland annat ämnen som metylbromid och klorfluorkarboner (CFC) samt ozonnedbrytande ämnen som används som insatsvaror, så kallade processagenter, exempelvis koltetraklorid.
- Användning av metylbromid vid karantän och utskeppning (Quarantine and Pre-shipment, QPS) bör regleras under Montrealprotokollet.
- Utsläpp av koltetraklorid (CCl₄) bör kartläggas av Montrealprotokollets expertpaneler och åtgärder vidtas för att minska användningen av

koltetraklorid. Idag används koltetraklorid för laboratoriearbete och vid produktion av andra ozonnedbrytande ämnen och HFC.

- Åtgärder bör vidtas internationellt för att stävja illegal handel med ozonnedbrytande ämnen. Framför allt behöver rutiner gällande rapportering av import och export ses över.
- Nya ämnen som har ozonnedbrytande egenskaper, liksom ozonnedbrytande ämnen som inte är reglerade under Montrealprotokollet, till exempel n-propylbromid, lustgas och kortlivade ozonnedbrytande ämnen, bör utvärderas. Vid behov bör produktion och konsumtion regleras under Montrealprotokollet.
- Samtliga parter till Montrealprotokollet bör så snart som möjligt ratificera samtliga tillägg till protokollet.
- EU bör framöver verka för och prioritera den återstående globala avvecklingen av ozonnedbrytande ämnen, såväl inom EU som i det globala samarbetet.
- Montrealprotokollet och FN:s klimatkonvention UNFCCC66 bör samarbeta för att stödja ett internationellt arrangemang om att minska utsläppen av HFC (fluorkolväten).

Beträffande förhandlingsarbete i övrigt internationellt och inom EU med koppling till minskade utsläpp av kväveföreningar är det viktigt att Sverige fortsätter att verka för ett ambitiöst samarbete (se fördjupad utvärdering av miljökvalitetsmålen Ingen övergödning, Frisk luft och Bara naturlig försurning).

5.1.2 Nationellt åtgärdsarbete

- I syfte att få till ett ökat nationellt omhändertagande och destruktion av kvarvarande CFC i isoleringsmaterial, föreslås att kommunerna ser över samordning och kommunikation mellan den nämnd som ansvarar för tillsynen enligt plan- och bygglagen (vanligen byggnadsnämnden) och den nämnd som ansvarar för tillsynen enligt miljöbalken. Samordningen är särskilt viktig i samband med att byggnadsnämnden upprättar beslut om rivningslov samt vid beslut om slutbesked. Detta för att säkerställa att avfallet, särskilt det farliga avfallet, omhändertas på ett korrekt sätt. I detta arbete kan länsstyrelserna bistå i sin tillsynsvägledande roll genom att samordna kommunernas tillsynsarbete som rör hantering av CFC-avfall.

5.1.3 Forskning och övervakning

- Sverige bör fortsätta att delta i övervakningen av ozonskiktet och halterna av ozonnedbrytande ämnen inom befintliga internationella nätverk.
- Det finns behov av forskning som syftar till bättre förståelse av hur utsläppen av lustgas kan minskas i jordbruksverksamhet. Det är en utmaning för

66 United Nations Framework Convention on Climate Change.

både forskningen och jordbruksnäringen att utveckla jordbruksmetoder som effektivt fångar kvävet i markens organiska material samtidigt som växterna kan ta upp det för en stor skörd och bara lite lustgas bildas. Kunskapen är även bristfällig när det gäller avgången av lustgas från det svenska jordbruket eftersom det finns dåligt med mätdata. Det går inte heller att okritiskt använda sig av utländska forskningsresultat, eftersom vi dels har ett kallare klimat dels använder andra hanteringssätt för gödseln.

Skyddande ozonskikt

– underlagsrapport till den fördjupade utvärderingen av miljömålen 2019

RAPPORT 6858

NATURVÅRDSVERKET
ISBN 978-91-620-6858-5
ISSN 0282-7298

Skyddande ozonskikt är ett av de 16 miljö kvalitetsmål som ska visa vägen till ett hållbart samhälle. Miljö kvalitetsmålen är antagna av riksdagen och ska fungera som riktlinjer för det konkreta miljöarbetet.

Rapporten för Skyddande ozonskikt utgör underlag till Naturvårdsverkets fördjupade utvärdering av miljö kvalitetsmålen. Innehållet beskriver ozonskiktets tillstånd idag och prognoser för den fortsatta utvecklingen. Vidare analyseras drivkrafter samt styrmedel. Nationella och internationella åtgärder inom området diskuteras – vilka åtgärder som genomförts och vilka ytterligare insatser som behövs.

Prognosen för miljö kvalitetsmålet är god, bedömningen är att målet kommer att klaras inom uppsatt tidsram. Enligt prognoserna kommer man att kunna observera en vändpunkt för ozonuttunningen omkring 2020–2040. En viktig förutsättning för detta är att arbetet under Montrealprotokollet fortsätter att vara framgångsrikt. Däremot har utvecklingen för miljön ändrats sedan den förra fördjupade utvärderingen, från positiv till neutral. Detta beror på en ökad osäkerhet, inte minst beträffande växthuseffektens påverkan samt påverkan från ämnen som ännu inte regleras av Montrealprotokollet.

Rapporten är ett av underlagen till den samlade slutrapport om arbetet med att nå miljömålen som Naturvårdsverket redovisade till regeringen i januari 2019.

