



Nr C431
Augusti



Marknära ozon i bakgrundsmiljö i södra Sverige

Ozonmät nätet i södra Sverige 2018

Gunilla Pihl Karlsson, Helena Danielsson, Per Erik Karlsson och Håkan Pleijel*

*Göteborgs universitet



I samarbete med: Göteborgs Universitet



Författare: Gunilla Pihl Karlsson, Helena Danielsson, Per Erik Karlsson (IVL) och Håkan Pleijel
(Göteborgs universitet)

Medel från: Länsstyrelserna i Skåne, Halland, Jönköping, Kalmar, Västra Götaland, Östergötland och Stockholm samt Blekinge Kustvatten och Luftvårdsförbund

Framsida: Helena Danielsson

Rapportnummer C 431

ISBN 978-91-7883-088-6

Upplaga Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© **IVL Svenska Miljöinstitutet 2019**

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Förord

Denna rapport presenterar resultaten från 2018 års mätningar inom "Ozonmättnätet i södra Sverige". I rapporten ingår även en specialanalys om de specifika väderförhållanden som rådde under sommaren 2018 och deras påverkan på ozonhalterna.

"Ozonmättnätet i södra Sverige" startades 2009 av IVL Svenska Miljöinstitutet i samarbete med Göteborgs universitet, på uppdrag av ett antal länsstyrelser och luftvårdsförbund i södra Sverige. Det första mätprogrammet pågick till och med 2014. Under 2015 startade ett nytt samarbetsprogram som avser perioden 2015 till 2020. Mätprogrammet genomförs på uppdrag av länsstyrelser och luftvårdsförbund i följande län: Skåne, Blekinge, Halland, Jönköping, Kalmar, Västra Götaland, Östergötland samt Stockholm.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	6
1 Inledning	8
1.1 Ozonmät nätets syfte	9
1.2 Ozonmät nätets bakgrund och metodik.....	9
2 Resultat	11
2.1 Jämförelse med miljömål	12
2.2 Jämförelse med miljö kvalitetsnormer.....	13
2.2.1 Nuvarande miljö kvalitetsnorm (MKN)	13
2.2.2 Miljö kvalitetsnorm (MKN) från 2020	13
2.3 2018 års mätresultat – ingående zonvis bedömning	14
2.3.1 Kustzon 2018.....	14
2.3.2 Central zon 2018	15
2.3.3 Västlig zon 2018	16
2.3.4 Östlig zon 2018	17
2.3.5 Nordlig zon 2018.....	19
3 Speciella händelser, väderförhållanden och ozonförekomst.....	20
3.1 Speciella händelser under 2018	20
3.2 Vädret 2018.....	20
3.3 Ozonförekomst 2018.....	22
3.4 Vad betydde värmeböljan 2018 för ozonbildningen över södra Sverige?	24
4 Tack.....	29
5 Referenser.....	30
Bilaga I Stationsbeskrivning.....	31
Bilaga II Att uppskatta ozonindex baserat på enkla ozon- och temperaturmätningar	36
Bilaga III Data i tabellform.....	38
Bilaga IV Länsvis redovisning av ozonsituationen 2018.....	41
IV-1 Skåne län	41
IV-2 Blekinge län	42
IV-3 Hallands län	43
IV-4 Kalmar län.....	44
IV-5 Jönköpings län	45
IV-6 Västra Götalands län	46
IV-7 Östergötlands län	47
IV-8 Stockholms län	48
IV-9 Övriga mätstationer	48

Sammanfattning

Huvudsyftet med mätningarna inom "Ozonmättnätet i södra Sverige" är att ge en förbättrad regional uppskattning av eventuella överskridanden av de ozonindex som beskriver inverkan av marknära ozon på växtligheten (AOT40). "Ozonmättnätet i södra Sverige" bidrar även till den nationella övervakningen av ozonhalterna, då programmet ger mer detaljerad information av ozonvariationen i södra Sverige.

Med programmets metodik beräknas ozonindex utifrån enkla och kostnadseffektiva mätningar med diffusionsprovtagare på månadsbasis, i kombination med timvisa temperaturmätningar. Temperaturmätningarna ger ett mått på variationen i luftens stabilitet under dygnet, vilket i sin tur ger ett mått på ozonets variation under dygnet. Utifrån resultaten från mätningarna görs skattningar av AOT40.

Förekomsten av marknära ozon i landsbygds miljön beror på utsläpp av ozonbildande ämnen lokalt, regionalt, nationellt och globalt. Ozonhalterna i ett område varierar bl.a. beroende på områdets topografi (höglänt eller låglänt) samt dess avståndet från havet. Tillsammans påverkar dessa regionala omständigheter den lokala ozonförekomsten. Detta ligger till grund för den geografiska uppdelning i fem olika zoner som görs av södra Sverige i detta mätprogram, baserat främst på geografisk position i nord-sydlig och öst-västlig riktning. Ozonhalterna vid olika närliggande platser kan skilja sig åt relativt mycket, därför har varje zon även delats in i tre lokaliteter (höglänta, kustnära eller låglänta).

RESULTAT 2018

Ozonmedelhalter

Under 2018 rådde mycket speciella förhållanden med långa perioder med höga temperaturer, hög solinstrålning och långvarig torka. Jämförelser mellan AOT40 från instrumentmätningar och beräknade AOT40 utifrån diffusiva provtagare har visat att de beräknade AOT40 för de enskilda mätplatserna med månadsvisa ozonmätningar troligen underskattades under 2018 på grund av det extrema vädret. Speciellt tydligt var detta för de låglänta platserna.

Generellt var ozonhalterna (AOT40) i södra Sverige under sommarhalvåret 2018 mycket höga jämfört med tidigare sommarhalvår. AOT40 för 2018 var de högsta som uppmätts sedan mätprogrammet startade 2009.

Ozonmedelhalterna är normalt höga under senvåren och försommaren. Under 2018 var de genomsnittliga ozonmedelhalterna högst under april-maj men även höga under juni och juli. Vädret från maj till mitten av augusti var mycket varmt, soligt och torrt med få ostadiga perioder, vilket säkert hade stor betydelse för uppkomsten av de höga ozonhalterna dessa månader.

Miljö kvalitetsmål för ozon

Miljö kvalitetsmålets precisering för ozon (målvärde: AOT40, april-september, 10 000 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar):

Under april-september 2018 överskreds det beräknade värdet för AOT40 målvärdet för skydd av växtlighet i samtliga områden och i samtliga zoner, möjligen undantaget låglänta områden i den ostliga zonen.

RESULTAT 2018 forts.

Miljö kvalitetsnormer för ozon

Nuvarande miljö kvalitetsnorm (MKN) för ozon (målvärde: 18 000 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar beräknat som AOT40, maj-juli, som femårsmedel):

De beräknade AOT40-värdena under femårsperioden, maj-juli 2014-2018, låg under den nu gällande miljö kvalitetsnormen i samtliga områden och i samtliga zoner i hela det undersökta området.

Miljö kvalitetsnorm (MKN) för ozon från 2020 (målvärde: 6 000 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar beräknat som AOT40, maj-juli):

Om MKN, som ej bör överskridas från och med 2020, hade gällt för 2018 visar beräkningarna att MKN överskridits i samtliga områden och i samtliga zoner, möjligen undantaget låglänta områden i den östliga zonen.

Analys av de specifika väderförhållanden som rådde under sommaren 2018 och deras påverkan på ozonhalterna:

- Högre temperaturer dagtid under sommaren 2018 resulterade i högre halter av ozon nära marken i södra Sverige.
- År 2018 ökade de medelhöga ozonhalterna något mer med temperaturen, jämfört med de föregående fem åren, vilket kan tyda på att någon ytterligare faktor kan ha bidragit till den höga ozonförekomsten 2018. Detta kan ha varit mycket solstrålning och/eller låga luftfuktigheter men även att ozon inte i samma utsträckning togs upp av växtligheten till följd av den långvariga och intensiva torkan.
- Minskningen av utsläppen av ozonbildande ämnen spelar en större roll för förekomsten av marknära ozon i södra Sverige jämfört med ökningen av lufttemperaturer.

SLUTSATS: Ozonhalterna över södra Sverige kommer sannolikt att minska om utsläppen av ozonbildande ämnen fortsätter minska i samma takt som nu, trots troliga framtida ökande lufttemperaturer.

1 Inledning

Övervakning av marknära ozon i Sverige regleras i direktivet 2008/50/EG om luftkvalitet och renare luft i Europa. Här ställs bland annat krav på geografisk upplösning när det gäller ozonövervakningen. Sverige uppfyller på nationell nivå i dagsläget inte fullt ut de krav som ställs i direktivet vad gäller geografisk upplösning av ozonövervakning. Istället hänvisas till tillgänglig kompletterande information.

Ozon (O_3) inandas av människor samt diffunderar in i växters blad och barr. Hos växter bryts klorofyll och proteiner ner, strukturer som är nödvändiga för bl.a. fotosyntesen. Ozonupptag till bladen leder därför bl. a. till minskad fotosyntes och för tidigt åldrande med åtföljande bladavfall. Denna påverkan av ozon ger konsekvenser för produktiviteten inom jord- och skogsbruket. I Sverige bedöms dagens ozonexponering ge betydande skördeföruster i jordbruket och minskad virkesproduktionen i skogen (Karlsson m.fl., 2014). Hos människor ger ozon bland annat irritation av ögon och slemhinnor. Exponering för högre halter ger huvudvärk och andningssvårigheter, speciellt hos personer med astma.

Ozonövervakningen har flera olika syften. Ett syfte är att ge en lägesbeskrivning av tillståndet avseende nuvarande ozonförekomst, med god geografisk upplösning och i relation till gällande målvärden. Detta kan uppnås både utifrån observationer och från modellerad belastning, och gärna i kombination. Genom att jämföra aktuella ozonförekomster med tidigare mätningar kan förändringar av ozonbelastningen upptäckas. För detta syfte måste i huvudsak observationer användas, eftersom modellering behöver indata i form av rapporterade utsläpp av ozonbildande ämnen från Europa och därför inte är oberoende.

Förekomsten av ozon i landsbygdsmiljön är ett problem som beror av lokala, regionala, nationella och globala utsläpp av ozonbildande ämnen, och påverkas också av olika regionala och lokala geografiska förutsättningar. I en större, nationell och regional, skala bestäms ozonförekomsten av hur förorenade luftmassor, från olika delar av Europa samt till viss del från andra kontinenter, transporteras in över landet och ger upphov till höga ozonhalter och ozonbildning över Sverige. När luftmassorna kommer in över land i södra Sverige, deponeras ozon mot mark och växtlighet, vilket gör att ozonhalterna i huvudsak avtar norrut. Idag ligger norra halvklotets bakgrundshalt av ozon ($50\text{--}90\ \mu\text{g m}^{-3}$) på en nivå som kan skada växtligheten.

Ozonepisoder, d.v.s. en kraftigt förhöjd ozonhalt under någon eller några dagar, uppstår i huvudsak vår- och sommartid beroende på vädersituation, lokal ozonbildning samt långväga transport av ozonbildande ämnen. Ozonförekomsten kan variera kraftigt mellan olika år, se vidare Kapitel 3.3. Under 2018 var ozonhalterna mycket höga jämfört med tidigare år. Före 2018 var 2006 det närmast föregående året med en mycket hög ozonförekomst i Sverige, även om halterna vid vissa platser varit höga även därefter.

I den fördjupade utvärdering av miljömålen 2019 bedömde Naturvårdsverket att miljökvalitetsmålet *Frisk Luft* inte kan nås till 2020 med i dag beslutade eller planerade styrmedel (Naturvårdsverket, 2019). Utvecklingen i miljön anses dock vara positiv: "En positiv trend i miljön ökar förutsättningarna att nå målet, men halterna av kvävedioxid, partiklar och ozon ligger fortfarande långt från målnivån. Internationellt behövs åtgärder för att minska halterna av långtransporterade luftföroreningar. Nationellt behövs åtgärder för att minska halter av kväveoxider och partiklar från trafiken. Även utsläpp av Benzo(a)pyren och partiklar från vedeldning behöver minska".

I rapporten bedöms att nivån i preciseringen för marknära ozon överskrider i regional bakgrund i hela landet. Skadorna på skog och jordbruksgrödor orsakade av höga ozonhalter beräknades till 916 miljoner kronor per år 2014. Ny forskning påvisar än högre kostnader och nya beräkningar kommer att tas fram 2019 (Naturvårdsverket, 2019).

Drygt hälften av Sveriges länsstyrelser bedömde 2018 att miljömålet *Frisk luft* är nära att uppnås 2020. Av de län som ingår i Ozonmät nätet anger dock följande Länsstyrelser att miljömålet *Frisk Luft* **inte** kan uppnås till år 2020: Skåne, Blekinge, Halland, Jönköping, Västra Götaland och Stockholms län. Länsstyrelsen i Kalmar län och i

Östergötlands län ansåg att det är nära att miljömålet *Frisk luft* ska kunna nås till 2020 (<http://extra.lansstyrelsen.se/rus>).

1.1 Ozonmät nätets syfte

Mätningarna inom ozonmät nätets syftar till att ge en förbättrad regional uppskattning av ozonbelastningen, bedöma om det sker eller inte sker överskridanden av de ozonindex som beskriver inverkan av ozon på växtligheten (AOT40), samt även beskriva hur ozonbelastningen förändras över tid. Förutom regional information om överskridanden av ozonbelastningen bidrar även ozonmät nätets till den nationella ozonövervakningen genom att stå för en del av den "kompletterande information" som beskrivits ovan.

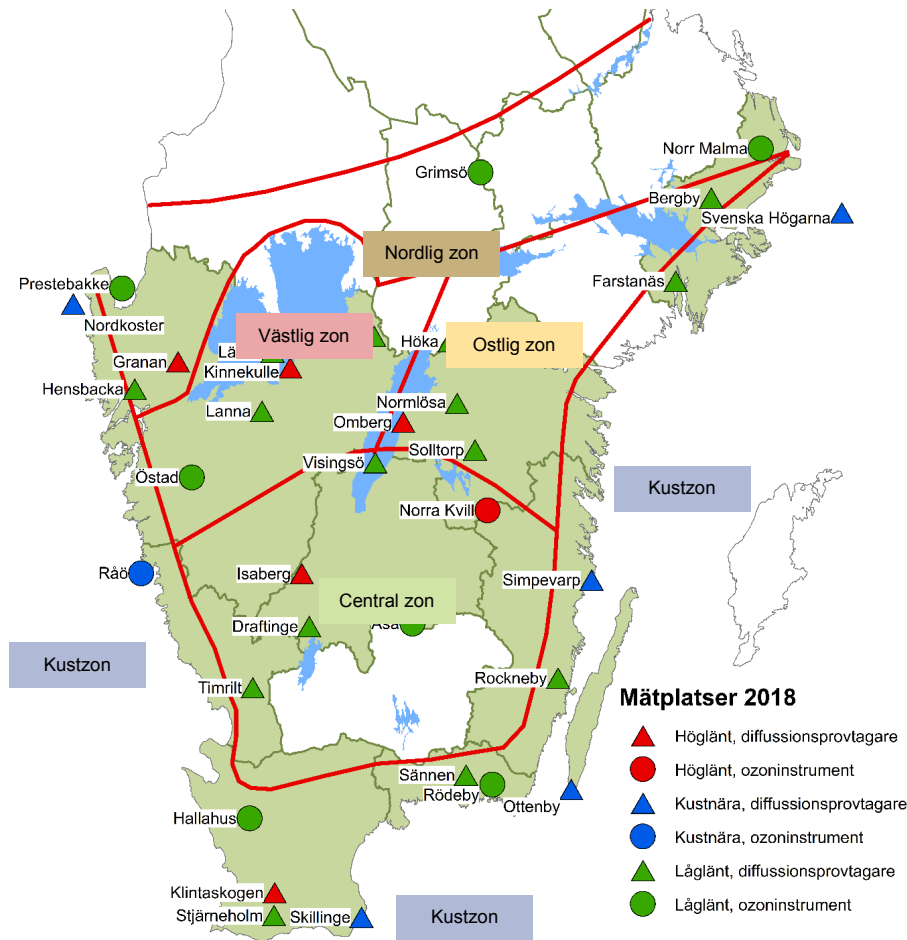
Förutom den ordinarie rapporteringen tillkom under vårvintern 2019 en fördjupad analys med syfte att studera de specifika väderförhållanden som rådde 2018. Frågeställningen var om väderförhållandena under sommaren 2018 var nära de optimala för ozonbildning över Sverige och om de halter av ozon som uppmätts över Sverige detta år i så fall i någon mån representerar en maximal ozonbelastning utifrån de nu rådande nivåerna på utsläppen av ozonbildande ämnen i Sverige och från Europa. En jämförelse görs i den analysen av 2018 års ozonhalter jämfört med 2006 och 2002, vilka också hade höga ozonhalter.

1.2 Ozonmät nätets bakgrund och metodik

"Ozonmät nätets i södra Sverige" startades 2009 av IVL Svenska Miljöinstitutet i samarbete med Göteborgs universitet, på uppdrag av ett antal länsstyrelser och luftvårdsförbund i södra Sverige. Det första mätprogrammet pågick till och med 2014. Under 2015 startade ett nytt samarbetsprogram som avser perioden 2015 till 2020. Programmet sker på uppdrag av länsstyrelser och luftvårdsförbund i följande län: Skåne, Blekinge, Halland, Jönköping, Kalmar, Västra Götaland, Östergötland samt Stockholm.

Ozonhalterna inom en region varierar beroende på topografi (höglänt eller låglänt) samt avstånd till havet. Denna variation var en av orsakerna till att det under 2009 bildades ett gemensamt delprogram för att underlätta övervakningen och rapporteringen av ozon i hela södra Sverige; "Ozonmät nätets i södra Sverige". Grundtanken med Ozonmät nätets är att, på ett kostnadseffektivt sätt, ge en mer detaljerad och heltäckande bild över ozonbelastningen i bakgrundsmiljön i södra Sverige än vad mätningar vid enstaka stationer i respektive län eller angränsande län kan göra. Programmet baseras på en geografisk uppdelning av södra Sverige i fem olika zoner; kust-, central, västlig, östlig och nordlig zon samt en uppdelning i tre kategorier av lokaltyper; höglänta, kustnära eller låglänta, se Figur 1. Området täcker in delar av två, den södra och mellersta, av de sex svenska zonerna för övervakning av luftkvalitet och inrapportering av data till EU.

Inriktningen på mätprogrammet ligger på det koncentrationsbaserade ozonindexet (AOT40) som används för att uppskatta inverkan av ozon på växtligheten. Ozonbelastningen i urbana och peri-urbana områden ingår inte i mätprogrammet. I dessa områden är kväveoxidnivåerna (NO_x) ofta kraftigt förhöjda, vilket gör att ozonhalterna där är lägre än i bakgrundsmiljöer.



Figur 1. Zonindelning och översikt över mätplatserna som användes inom Ozonmät nätet i södra Sverige under 2018. Ljusgrönt markerar de län som deltar i "Ozonmät nätet i södra Sverige". De mätstationer som används inom mätprogrammet baseras, förutom på de som initierats inom mätprogrammet, även på redan befintliga inom den nationella (svenska och norska), regionala och lokala miljöövervakningen.

Sambanden mellan förekomst av ozon nära marken och olika geografiska förhållanden vid de olika platserna undersöks fortlöpande och nya kunskaper tillkommer efterhand.

Redovisningen i denna rapport är främst inriktad på ovan nämnda klimatologiska zoner oberoende av länsgränser, men en länsvis bedömning ingår också.

En mätsäsong inom ozonmät nätet omfattar perioden från 1 mars till 30 september. Ozonindexet AOT40 analyseras dock endast för de perioder som är aktuella inom EU:s direktiv, miljö kvalitetsnormerna, samt miljö kvalitetsmålen, d.v.s. april-september samt maj-juli.

FAKTARUTA: Ozonmät nätets metodik

Övervakningen baseras på en metodik att uppskatta ozonindexet AOT40 utifrån enkla mätningar av ozonmedelhalter med diffusionsprovtagare på månadsbasis samt mätningar av lufttemperatur på timbasis med batteridrivna sensorer/loggrar för temperatur och luftfuktighet (TinyTag). Inom ozonmät nätet användes under 2018 diffusionsprovtagare för ozon på 25 mätplatser samt TinyTag på 34 mätplatser. Till det användes även timvisa ozondata från kontinuerligt registrerande instrument vid 9 mätplatser. Av dessa ingår 7 mätplatser i den nationella miljöövervakningen, som drivs av IVL på uppdrag av Luftenheten vid Naturvårdsverket. För mer information om de olika mätplatserna, se Bilaga I.

Variationen i uppmätta lufttemperaturer används som en indikator för variationer i luftens stabilitet under dygnet, vilket i sin tur kan användas för att uppskatta ozonhalternas variation under dygnet. Metoden kalibreras utifrån mätningar vid platser där det finns timvisa mätningar av både ozonhalter och lufttemperaturer. Utifrån dessa beräkningar kan överskridanden av olika målvärden för ozon, såväl för miljö kvalitetsnormerna för utomhusluft som för miljö kvalitetsmålet *Frisk Luft*, uppskattas. Resultaten från mätningarna resulterar i skattningar av AOT40 för olika tidsperioder. Metodiken beskrivs närmare i Bilaga II.

2 Resultat

Överskridande av miljö kvalitetsmål (kallas miljö mål fortsättningsvis i denna rapport) och miljö kvalitetsnormer (MKN) för mätsäsongen 2018 baserat på månadsvis beräknade värden för AOT40 presenteras per lokaltyp och mätplats i Bilaga III.

Under 2018 rådde mycket speciella förhållanden med långa perioder med höga temperaturer, stor solinstrålning och torka. Jämförelser mellan AOT40 från instrumentmätningar och beräknade AOT40 utifrån passiva provtagare visade att de beräknade AOT40 för de enskilda mätplatserna med månadsvisa ozonmätningar troligen underskattats under 2018 på grund av det extrema vädret. Speciellt tydligt är detta för de låglänta platserna. Det kommer att krävas ett omfattande analysarbete för att förstå exakt vad som orsakar detta. Inledande analyser tyder bland annat på att spridningen av ozonhalter under dygnet (DOR), vid flertalet instrumentplatser (speciellt de låglänta) under 2018 var betydligt högre än tidigare år samtidigt som spridningen i dygnstemperatur (DTR) inte var anmärkningsvärt högre än tidigare år. Detta kan ha en avgörande betydelse för metodens förutsägingar av AOT40 i slutändan. Förutom att den mycket speciella sommaren har påverkat hur modellen fungerat kan även vädret ha påverkat mätningarna med passiva provtagare, inledande tester visar att de i vissa fall underskattat den faktiska ozonhalten vilket även gör att de beräknade AOT40 underskattats.

Allt detta har medfört att tolkningen för de olika länsvisa resultaten för 2018 blir något osäkra varför de länsvisa resultaten i rapporten främst tolkats utifrån de zonvisa beräkningarna. Att de zonvisa beräkningarna är mer säkra beror bland annat på att det även förekommer instrumentmätningar i samtliga zoner förutom i den ostliga zonen. När det gäller den ostliga zonen kompliceras därför bilden av att inga instrumentmätningar ingår varför vi bedömer att de beräkningar utifrån passiva provtagare som gjorts i zonen troligen är underskattade.

2.1 Jämförelse med miljömål

Det svenska miljömålssystemet består bland annat av ett generationsmål och 16 miljö kvalitetsmål (<http://www.sverigesmiljomal.se/>). Det övergripande generationsmålet lyder: "Det övergripande målet för miljöpolitiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser". Sveriges 16 miljö kvalitetsmål beskriver det tillstånd i den svenska miljön som miljöarbetet ska leda till. Ett av de 16 miljö kvalitetsmålen är "Frisk Luft" och det lyder: "Luften ska vara så ren att människors hälsa samt djur, växter och kulturvärden inte skadas". Varje miljö kvalitetsmål har preciseringar, som förtydligar målet och används i det löpande uppföljningsarbetet av målet.

Det finns två preciseringar inom Frisk Luft som rör marknära ozon och ozonindex.

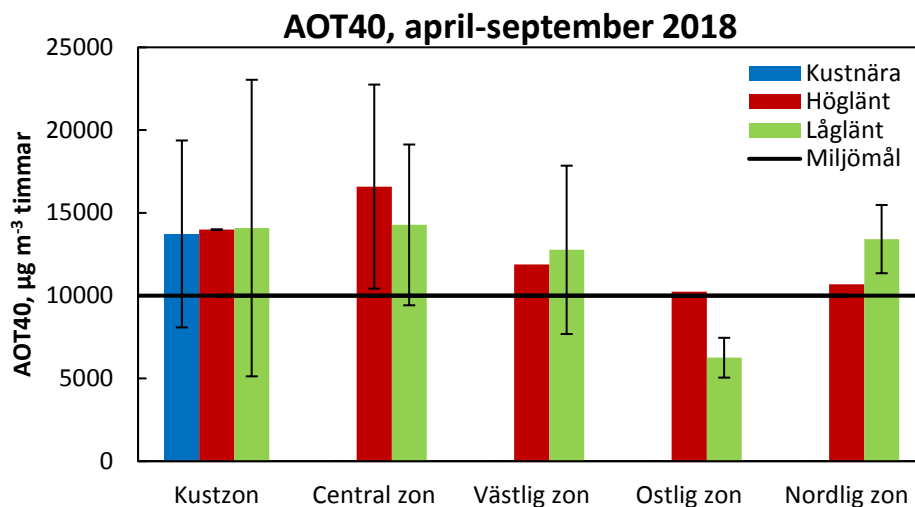
Marknära ozon: "Halterna av luftföroreningar överskrider inte lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål. Riktvärdena sätts med hänsyn till känsliga grupper och innebär att halten av marknära ozon inte överstiger 70 mikrogram per kubikmeter luft, beräknat som ett åttatimmarsmedelvärde, eller 80 mikrogram per kubikmeter luft, räknat som ett timmedelvärde"

Ozonindex: "Halterna av luftföroreningar överskrider inte lågrisknivåer för cancer eller riktvärden för skydd mot sjukdomar eller påverkan på växter, djur, material och kulturföremål. Riktvärdena sätts med hänsyn till känsliga grupper och innebär att ozonindex inte överstiger 10 000 mikrogram per kubikmeter luft under en timme beräknat som ett AOT40-värde under perioden april–september."

Exponeringsindexet AOT40 beräknas på följande sätt: för olika tidsperioder, beroende på måluppföljning, bestäms för varje timme mellan klockan 8.00 och 20.00 ett timmedelvärde för ozonhalten. För att ackumulera AOT40 summeras den koncentration av ozon som överstiger 80 $\mu\text{g m}^{-3}$ luft för varje timmedelvärde. Summeringarna görs först per dag som sedan i sin tur summeras till en totalsumma för hela den önskade perioden, exempelvis maj-juli eller april-september.

Figur 2 visar att under sommaren 2018 överskreds miljömålets precisering inom *Frisk Luft* (AOT40 april-september 10 000 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar) i samtliga områden och i samtliga zoner, möjligen undantaget låglänta områden i den ostliga zonen.

I Figur 2 visas även standardavvikelsen från medelvärdena för de zoner där respektive lokaltyp representeras av fler än en station. Under april-september 2018 varierade AOT40 från ungefär 6 300 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar vid låglänta områden i den ostliga zonen till ungefär 16 500 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar vid höglänta områden i den centrala zonen, Figur 2.



Figur 2. AOT40-värden för perioden april-september 2018, fördelade på de zoner som ingår i Ozonmättnätet. Felstaplarna representerar standardavvikelsen från medelvärdet för alla mätplatser inom respektive kategori.

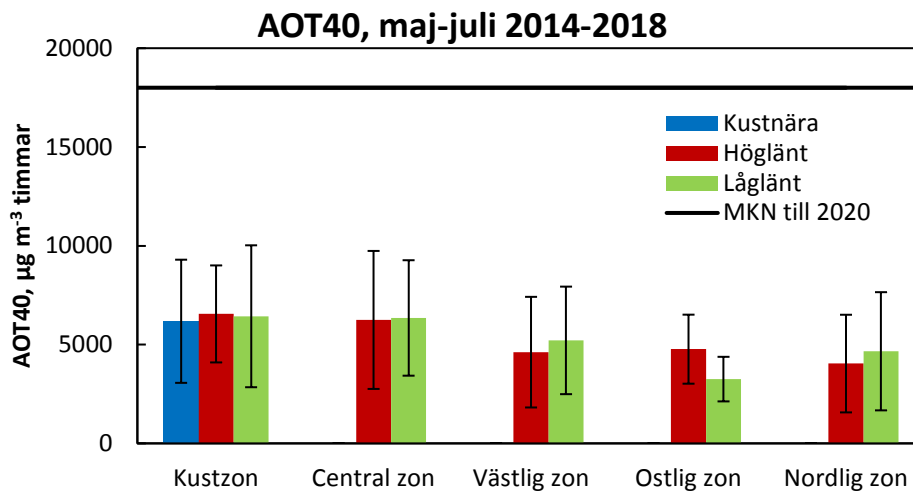
2.2 Jämförelse med miljö kvalitetsnormer

2.2.1 Nuvarande miljö kvalitetsnorm (MKN)

Miljö kvalitetsnormer (MKN) för utomhusluft i Sverige finns i Luftkvalitetsförordningen SFS 2010:477 (Utfärdad: 2010-05-27). För att skydda växtligheten ska eftersträvas att ozon, till och med den 31 december 2019, inte skall förekomma i utomhusluft med mer än 18 000 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar beräknat som AOT40 under maj-juli som ett genomsnittligt värde under en femårsperiod.

Under maj-juli 2014–2018 låg de beräknade AOT40-värdena mycket under den nu gällande MKN i samtliga områden i samtliga zoner, i hela södra Sverige (Figur 3).

De zoner och lokaliteter som hade högst medelvärde av AOT40 maj-juli var samtliga områden i kustzonen och den centrala zonen (Figur 3).



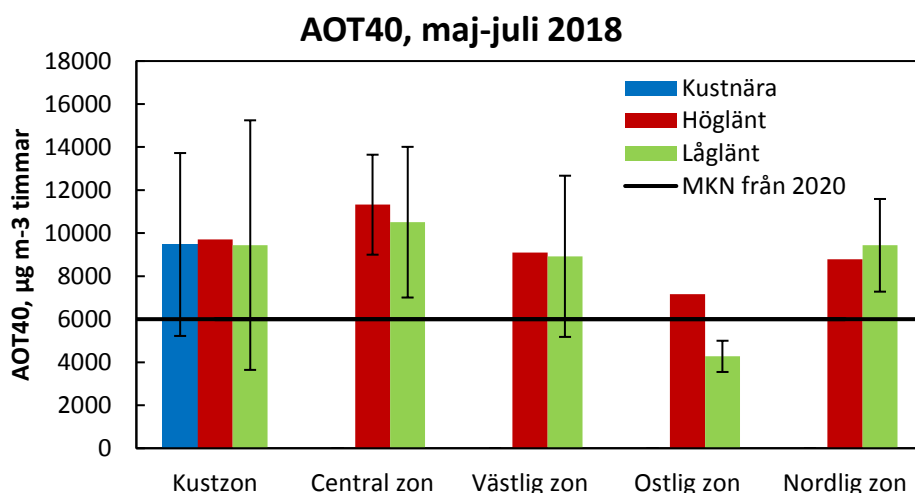
Figur 3. AOT40-värden för perioden maj-juli som ett medelvärde för perioden 2014–2018, fördelade på de zoner som ingår i Ozonmättnätet. Felstaplarna representerar standardavvikelsen från medelvärdet för alla mätplatser inom respektive kategori.

2.2.2 Miljö kvalitetsnorm (MKN) från 2020

Från 2020 kommer en ny strängare MKN att gälla. För att skydda växtligheten ska eftersträvas att ozon, från och med den 1 januari 2020, inte ska förekomma i utomhusluft med mer än 6 000 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar beräknat som årligt AOT40 maj-juli. Den nya strängare normen får ej överskridas under något enskilt år.

Om denna MKN, som skall gälla från och med 2020 hade gällt under 2018 visade de beräknade AOT40-värdena att MKN hade överskridits i samtliga områden i alla zoner, möjligen undantaget låglänta områden i den ostliga zonen, Figur 4.

Den zon och de lokaliteter som hade högst medelvärde av AOT40 maj-juli var samtliga områden i den centrala zonen där AOT40 varierade mellan 10 500 och 11 300 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar. Lägst AOT40 under maj-juli fanns i låglänta områden i den ostliga zonen med ungefär 4 300 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar. Som tidigare nämnts var AOT40 i de låglänta områdena i den ostliga zonen dock underskattade på grund av de speciella förhållanden som rådde 2018.



Figur 4. AOT40-värden för perioden maj-juli 2018 fördelade på de zoner som ingår i Ozonmät nätet. Felstaplarna representerar standardavvikelsen från medelvärdet för alla mätplatser inom respektive kategori.

2.3 2018 års mätresultat – ingående zonvis bedömning

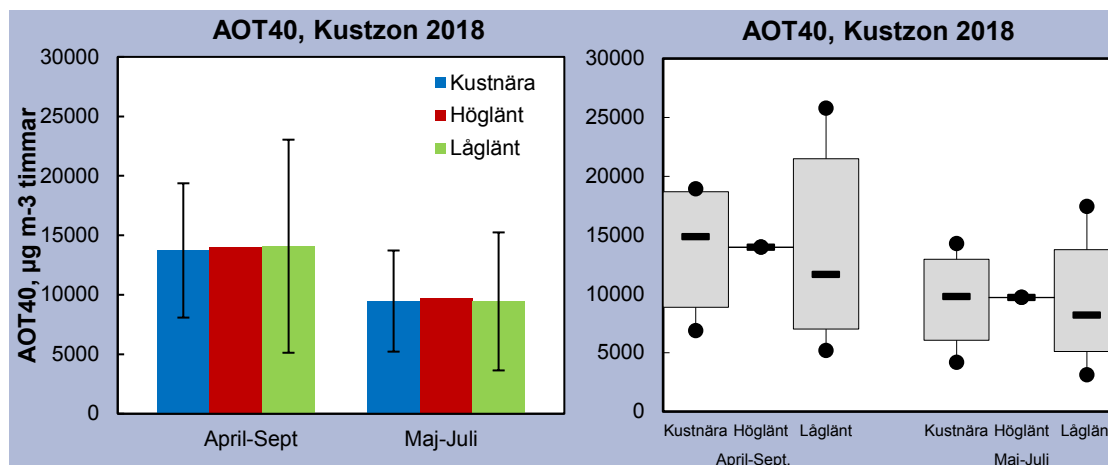
Ozonhalter och AOT40 för mätsäsongen 2018 presenteras per lokaltyp och mätplats i Bilaga III. Resultaten från 2018 uppdelade på län presenteras i Bilaga IV och lokalbeskrivning i Bilaga I.

2.3.1 Kustzon 2018

Mätplats		Mätplats	
Nordkoster	Kustnära, diffusionsprovtagare	Hallahus	Låglänt, instrument
Råö	Kustnära, instrument	Stjärneholm	Låglänt, diffusionsprovtagare
Skillinge	Kustnära, diffusionsprovtagare	Sännen	Låglänt, diffusionsprovtagare
Ottenby	Kustnära, diffusionsprovtagare	Rödeby	Låglänt, instrument
Simpevarp	Kustnära, diffusionsprovtagare	Rockneby	Låglänt, diffusionsprovtagare
Svenska Högarna	Kustnära, diffusionsprovtagare	Aspvreten	Låglänt, instrument
Klintaskogen	Höglänt, diffusionsprovtagare	Farstanäs	Låglänt, diffusionsprovtagare

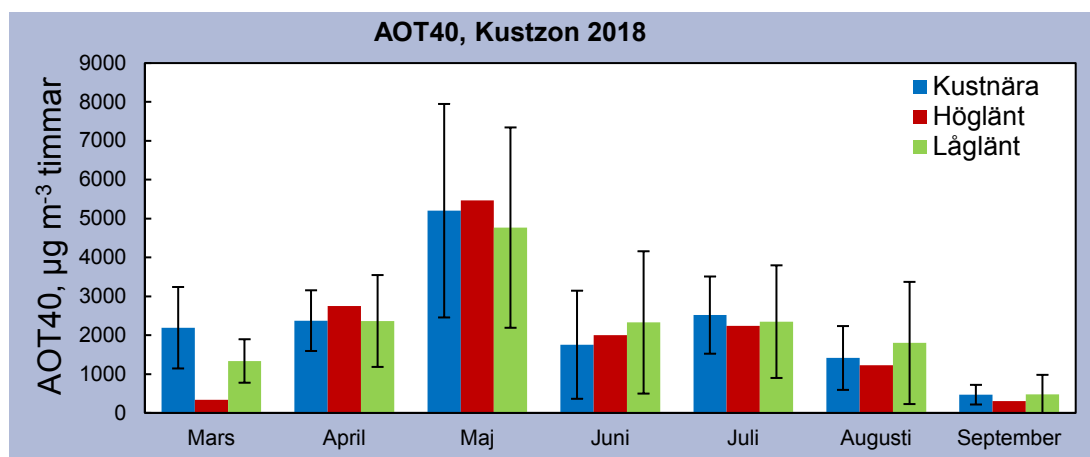
Att sommarens extrema väder spelar en mycket stor roll för beräkningarna för 2018 har diskuterats tidigare i rapporten. När det gäller beräkningar av AOT40 i höglänta platser i kustzonen kompliceras bilden av att inga instrumentmätningar på höglänta platser ingår i den zonen varför vi bedömer att de beräkningar utifrån passiva provtagare som gjorts för höglänta platser i zonen troligen är underskattade. Trots detta överskrider de beräknade AOT40 i höglänta områden liksom i kustnära och låglänta områden både miljömålet för marknära ozon och vegetation och den MKN som kommer att gälla från 2020 under 2018, Figur 2 och Figur 4.

I Figur 5 visas AOT40, som beräknats månadsvis från ozonmätningar med diffusionsprovtagare i kombination med timvisa temperaturmätningar, för perioden april–september och maj-juli i kustzonen 2018. Under perioden april–september 2018 var AOT40 i de tre områdena, kustnära, höglänta och låglänta på nästan samma nivå (mellan 13 700 och 14 100 µg m⁻³ timmar). Även AOT40 för maj-juli i de tre områdena var på en liknande nivå under 2018 (mellan 9 400 och 9 700 µg m⁻³ timmar), Figur 5. Man bör dock betänka att beräkningarna för höglänta områden i kustzonen troligen är underskattade. Resultaten visas även till höger i Figur 5 som en boxplot för att belysa spridningen av AOT40 mellan de olika lokalerna.



Figur 5. T.v. AOT40 inom kustzonen för perioden april-september samt maj-juli 2018. Felstaplarna representerar standardavvikelsen från medelvärdet. T.h. "Boxen" visar AOT40 mellan nedre och övre kvartilen, vilket motsvarar 50 % av värdena. Medianen visas med ett streck i boxen. De lodräta strecken som går ut från boxen, visar det lägsta och högsta AOT40-värdet.

I Figur 6 visas att det var främst under maj som de allra flesta värdena för AOT40 ackumulerades under 2018 för samtliga lokaltyper i kustzonen. I figuren framgår dock att det ackumulerades stora mängder AOT40 även under april, juni, juli och augusti 2018.



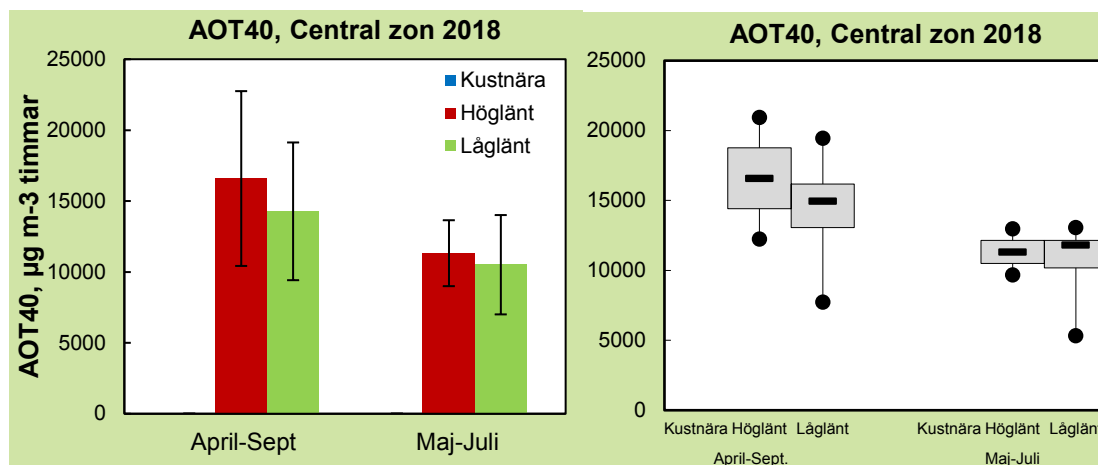
Figur 6. AOT40 inom kustzonen månadsvis för mars-september under 2018, uppdelade på lokaltyperna kustnära, höglänt och låglänt. Felstaplarna representerar standardavvikelsen från medelvärdet.

2.3.2 Central zon 2018

Mätplats	Mätplats
Timrilt	Låglänt, diffusionsprovtagare
Draftinge	Låglänt, diffusionsprovtagare
Asa	Låglänt, instrument
Visingsö	Låglänt, diffusionsprovtagare
Isaberg	Höglänt, diffusionsprovtagare
Norra Kvill	Höglänt, instrument

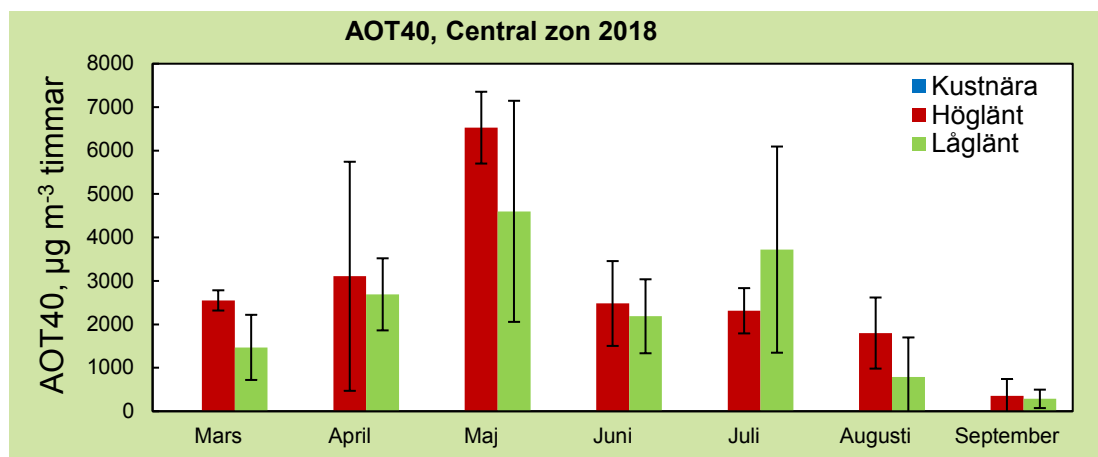
Figur 2 och Figur 4 visade att både miljömålet för marknära ozon och vegetation och den MKN som kommer att gälla från 2020 överskreds i samtliga områden i den centrala zonen under 2018.

I Figur 7 visas AOT40, som beräknats månadsvis, för perioden april–september och maj-juli i den centrala zonen 2018. Under perioden april–september 2018 var AOT40 i höglänta områden högre än i de låglänta områdena (~ 16 600 respektive 14 300 µg m⁻³ timmar). Även AOT40 under maj-juli var högre vid höglänta områden jämfört med låglänta (~ 11 300 respektive ~ 10 500 µg m⁻³ timmar) (Figur 7). Resultaten visas även till höger i Figur 7 som en boxplot för att belysa spridningen av AOT40 mellan de olika lokalerna.



Figur 7. T.v. AOT40 inom centrala zonen för perioden april-september samt maj-juli 2018. Felstaplarna representerar standardavvikelsen från medelvärdet. T.h. "Boxen" visar AOT40 mellan nedre och övre kvartilen, vilket motsvarar 50 % av värdena. Medianen visas med ett streck i boxen. De lodräta strecken som går ut från boxen, visar det lägsta och högsta AOT40-värdet.

Under samtliga månader, förutom i juli, var AOT40 högre vid de höglänta lokalerna jämfört med de låglänta lokalerna i den centrala zonen 2018 (Figur 8). Figuren visar även att det främst var under maj som de allra flesta värdena för AOT40 ackumulerades under 2018 i den centrala zonen (Figur 8). I figuren framgår dock att det ackumulerades stora mängder AOT40 även under april, juni och juli 2018.



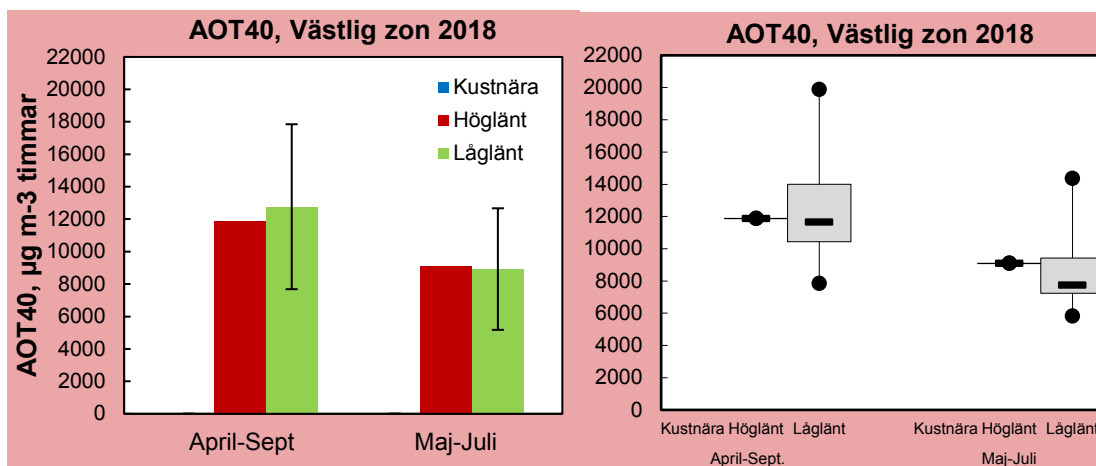
Figur 8. AOT40 månadsvis inom den centrala zonen för mars-september under 2018, uppdelade på lokaliteterna höglänt och låglänt. Felstaplarna representerar standardavvikelsen från medelvärdet.

2.3.3 Västlig zon 2018

Mätplats	Mätplats	Mätplats	Mätplats
Östad	Låglänt, instrument	Pjungserud	Låglänt, diffusionsprovtagare
Lanna	Låglänt, diffusionsprovtagare	Kinneulle	Höglänt, diffusionsprovtagare
Läckö	Låglänt, diffusionsprovtagare		

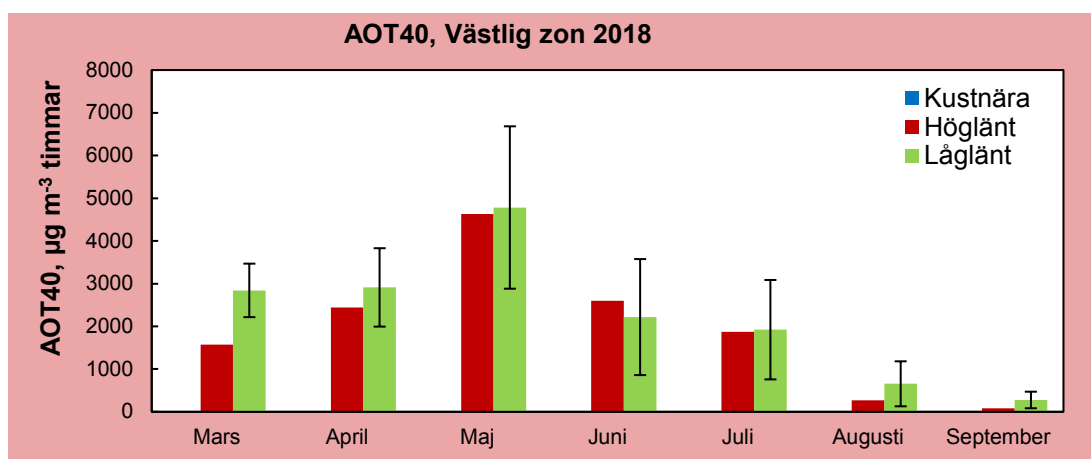
Att sommarens extrema väder spelar en mycket stor roll för beräkningarna för 2018 har diskuterats tidigare i rapporten. När det gäller beräkningar av AOT40 i höglänta platser i den västliga zonen kompliceras bilden av att inga instrumentmätningar på höglänta platser ingår i den zonen varför vi bedömer att de beräkningar utifrån passiva provtagare som gjorts för höglänta platser i zonen troligen är underskattade. Trots detta överskrider de beräknade AOT40 i höglänta områden, liksom i låglänta områden, både miljömålet för marknära ozon och vegetation och den MKN som kommer att gälla från 2020 under 2018, Figur 2 och Figur 4.

Värdena för AOT40, som beräknats månadsvis, för perioderna april–september och maj-juli 2018, visas för den västliga zonen i Figur 9. Under perioden april–september 2018 var AOT40 högre för låglänta områden i zonen jämfört med höglänta områden (~ 12 800 respektive 11 900 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar). Däremot var AOT40 för maj-juli på samma nivå för låglänta och höglänta områden (~ 8 900 respektive ~ 9 100 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar) (Figur 9). Man bör dock betänka att beräkningarna för höglänta områden i den västliga zonen troligen är underskattade. Resultaten visas även till höger i Figur 9 som en boxplot för att belysa spridningen av AOT40 mellan de olika lokalerna.



Figur 9. T.v. AOT40 för samtliga stationer inom västliga zonen under april–september samt maj-juli 2018. Felstaplarna representerar standardavvikelsen från medelvärdet. T.h. "Boxen" visar AOT40 mellan nedre och övre kvartilen, vilket motsvarar 50 % av värdena. Medianen visas med ett streck i boxen. De lodräta strecken som går ut från boxen, visar det lägsta och högsta AOT40-värdet.

Undantaget juni var AOT40 högre vid de låglänta lokalerna i den västliga zonen jämfört med de höglänta lokalerna (Figur 10). Figuren visar också att det var främst under maj som de allra flesta värdena för AOT40 ackumulerades i den västliga zonen under 2018. I figuren framgår dock att det ackumulerades stora mängder AOT40 även under mars, april, juni och juli 2018.



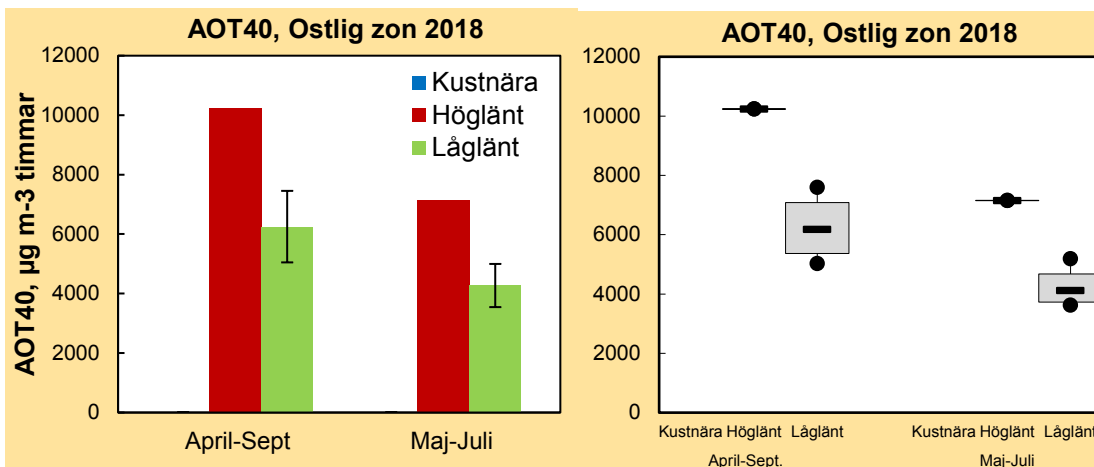
Figur 10. AOT40 månadsvis inom den västliga zonen för mars–september under 2018, uppdelade på lokaltyperna höglänt och låglänt. Felstaplarna representerar standardavvikelsen från medelvärdet.

2.3.4 Ostlig zon 2018

Mätplats		Mätplats	
Solltorp	Låglänt, diffusionsprovtagare	Bergby	Låglänt, diffusionsprovtagare
Normlösa	Låglänt, diffusionsprovtagare	Omberg	Höglänt, diffusionsprovtagare
Höka	Låglänt, diffusionsprovtagare		

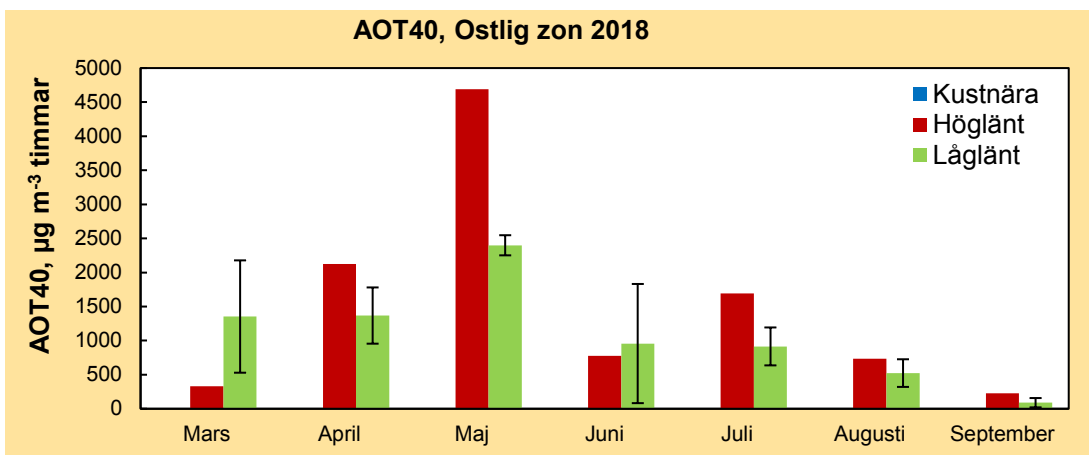
Att sommarens extrema väder spelar en mycket stor roll för beräkningarna för 2018 har diskuterats tidigare i rapporten. När det gäller beräkningar av AOT40 i den östliga zonen kompliceras bilden ytterligare av att inga instrumentmätningar ingår i den zonen varför vi bedömer att de beräkningar utifrån passiva provtagare som gjorts i zonen troligen är underskattade. Figur 2 och Figur 4 visade att miljömålet och den MKN som kommer att gälla från 2020, för marknära ozon och vegetation, trots detta överskreds i de höglänta områdena i den östliga zonen under 2018. När det gäller låglänta områden i den östliga zonen är det mer osäkert om det faktiskt förelåg överskridande även där. Bedömningen är att det troligen inte överskred, då de beräknade AOT40 var så pass låga under 2018.

Beräknade AOT40-värden för perioderna april-september och maj-juli 2018 för den östliga zonen visas i Figur 11. Under perioden april-september 2018 var AOT40 betydligt högre för höglänta områden i zonen jämfört med låglänta områden. Även AOT40 för maj-juli var högre vid höglänta områden jämfört med låglänta (Figur 11). Man bör dock betänka att beräkningarna för höglänta och låglänta områden i den östliga zonen troligen är underskattade. Resultaten visas även till höger i Figur 11 som en boxplot för att belysa spridningen av AOT40 mellan de olika lokalerna.



Figur 11. T.v. AOT40 inom östliga zonen för perioden april-september samt maj-juli 2018. Felstaplarna representerar standardavvikelsen från medelvärdet. T.h. "Boxen" visar AOT40 mellan nedre och övre kvartilen, vilket motsvarar 50 % av värdena. Medianen visas med ett streck i boxen. De lodräta strecken som går ut från boxen, visar det lägsta och högsta AOT40-värdet.

Under samtliga månader, förutom i mars och juni, var AOT40 högre vid de höglänta lokalerna jämfört med de låglänta lokalerna i den östliga zonen 2018 (Figur 12). Figuren visar också att det var främst under maj som de allra flesta värdena för AOT40 ackumulerades under 2018 i den östliga zonen (Figur 12). I figuren framgår dock att det ackumulerades relativt stora mängder AOT40 även under april och juli 2018.



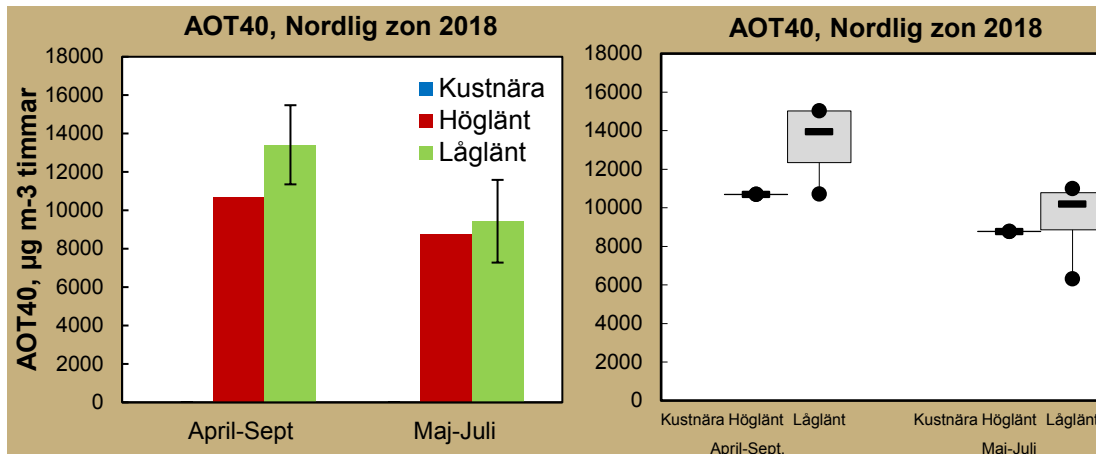
Figur 12. AOT40 månadsvis inom den östliga zonen för mars-september under 2018, uppdelade på lokalerna höglänt och låglänt. Felstaplarna representerar standardavvikelsen från medelvärdet.

2.3.5 Nordlig zon 2018

Mätplats		Mätplats	
Hensbacka	Låglänt, diffusionsprovtagare	Norr Malma	Låglänt, instrument
Prestebakke	Låglänt, instrument	Granan	Höglänt, diffusionsprovtagare
Grimsö	Låglänt, instrument		

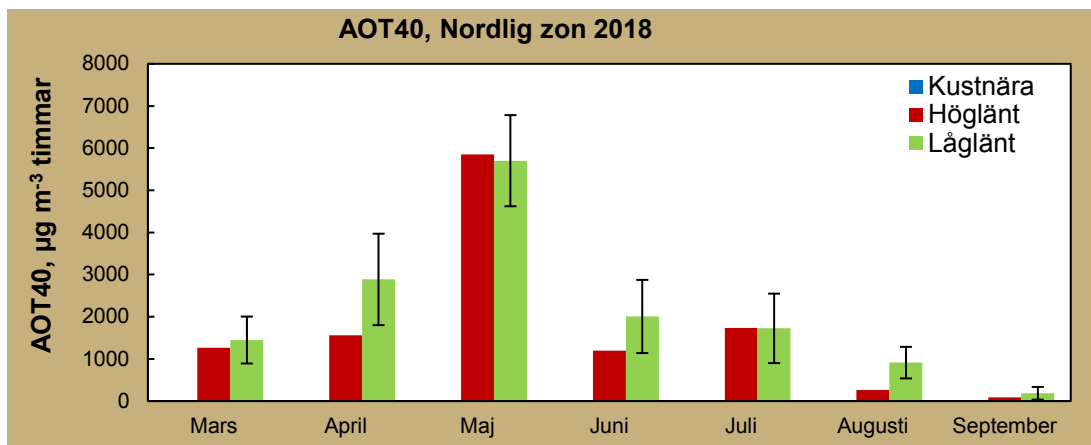
Att sommarens extrema väder spelar en mycket stor roll för beräkningarna för 2018 har diskuterats tidigare i rapporten. När det gäller beräkningar av AOT40 i höglänta platser i den nordliga zonen kompliceras bilden av att inga instrumentmätningar på höglänta platser ingår i den zonen varför vi bedömer att de beräkningar utifrån passiva provtagare som gjorts för höglänta platser i zonen troligen är underskattade. Trots detta överskrider de beräknade AOT40 i höglänta områden, liksom i låglänta områden, både miljömålet för marknära ozon och vegetation och den MKN som kommer att gälla från 2020 under 2018, Figur 2 och Figur 4.

I Figur 13 visas för den nordliga zonen beräknade AOT40-värden under perioderna april-september och maj-juli 2018. Både för perioden april-september och maj-juli var AOT40 vid låglänta platser högre än vid höglänta platser i zonen men om detta beror på underskattningen av de beräknade AOT40 i höglänta områden eller ej är tyvärr svårt att uttala sig om. Resultaten visas även till höger i Figur 13 som en boxplot för att belysa spridningen av AOT40 mellan de olika lokalerna.



Figur 13. T.v. AOT40 i nordliga zonen för perioden april-september samt maj-juli 2018. Felstaplarna representerar standardavvikelsen från medelvärdet. T.h. "Boxen" visar AOT40 mellan nedre och övre kvartilen, vilket motsvarar 50 % av värdena. Medianen visas med ett streck i boxen. De lodräta strecken som går ut från boxen, visar det lägsta och högsta AOT40-värdet.

Ur Figur 14 kan man utläsa att det främst var under maj som de allra flesta värdena för AOT40 ackumulerades under 2018 i den nordliga zonen (Figur 8).



Figur 14. AOT40 månadsvis inom den nordliga zonen för mars-september under 2018, uppdelade på lokalerna höglänt och låglänt. Felstaplarna representerar standardavvikelsen från medelvärdet.

3 Speciella händelser, väderförhållanden och ozonförekomst

3.1 Speciella händelser under 2018

Under 2018 startade mätningarna i slutet av februari eller i början av mars. För 2018 har tio saknade ozonmedelhalter mätta med diffusionsprovtagare behövt ersättas med motsvarande halter mätta med ozoninstrument från den nationella miljöövervakningen, Tabell 1.

Tabell 1. Översikt över saknade data från diffusionsprovtagare ersatta med data från ozoninstrument.

Namn	Månad	Ersatt med data från
Höka	Augusti	Grimsö
Isaberg	Augusti	Norra Kvill
Solltorp	Juni	Asa
Stjärneholm	Augusti	Hallahus
Svenska Högarna	Augusti	Finska Utö
Timrilt	Augusti	Asa
Visingsö	September	Östad
Pjungserud	Mars och augusti	Östad
Ottenby	Mars	Rödeby

Mätplatsen Aspvreten har flyttats betydligt längre norrut varför ozondata från Aspvreten 2018 inte ingår i resultatredovisningen för 2018.

3.2 Vädret 2018

Ozonförekomsten i södra Sverige, liksom i övriga delar av landet, styrs i stor utsträckning av vädersituationen. En kort sammanfattning av vädret under sommarhalvåret 2018 i området som omfattas av "Ozonmät nätet i södra Sverige" beskrivs nedan. Information har hämtats från SMHI (www.smhi.se).

Våren 2018 – Våren som blev kort

Våren 2018 inleddes kylig och snörik men avslutades rekordvarm. Våren blev som helhet något varmare och nederbördsfattigare än normalt. Som torrast, varmest och soligast var det under maj månad då högtryck dominerade väderläget.

Mars 2018 - Kyligt och snörikt

Mars 2018 blev kallare än normalt i hela landet. Det gjorde att bara delar av Götaland hade vår i slutet av månaden. Nederbördsfattigt föll det en normal månadsnederbörd i stort, men i och med kylan var mars 2018 snörik och praktiskt taget hela landet var snötäckt under större delen av månaden.

April 2018 - Kall inledning, men värmen kom

April 2018 inleddes kallare än normalt och sydligaste Götaland drabbades den 1 april av ett kraftigt snöfall. Men varmare luft rörde sig upp söderifrån och den meteorologiska våren anlände till i princip hela landet. I söder var den dock en till tre veckor försenad. Även den meteorologiska sommaren gjorde entré till en del platser i Götaland och Svealand under månaden.

Maj 2018 - Högtryck och högsommarvärme

Under maj 2018 dominerade högtrycken väderläget och medellufttrycket var på sina håll i norra Götaland och Svealand det högsta för maj sedan 1947. Det var en rekordvarm och rekordsolig månad. Avseende soltid blev det rekord i hela området som rör Ozonmättnätet i södra Sverige.

Sommaren 2018 - Extremt varm och solig

Hela Sverige fick en varm och solig sommar 2018. I större delen av Götaland och Svealand var det den varmaste sommaren som uppmätts. Det var även en av de tio soligaste somrarna som registrerats och förutom i delar av norra Norrland var den i allmänhet torr.

Juni 2018 - Varm i söder och sval i norr

Juni 2018 var en av de varmaste på 100 år i sydligaste Sverige, medan månaden var rätt sval och blåsig i norr. På många håll i landet blev det en torr eller mycket torr juni. Vid midsommar medförde ett lågtryck svalt och regnigt väder.

Juli 2018 - Långvarig hetta och svåra skogsbränder

Juli 2018 blev på de flesta håll en av de varmaste julimånaderna som hittills uppmätts och några stationer fick nya rekord för absolut högsta temperatur oavsett månad. Stora delar av juli dominerades av långvarig torka i större delen av Sverige. För de flesta platserna som mäter soltid var det en av de tre soligaste julimånaderna. I mitten av månaden utbröt svåra skogsbränder i mellersta Sverige. I slutet av månaden förekom åska och lokalt kraftiga regnskurar.

Augusti 2018 - Mycket varm inledning

Värmen fortsatte i början av augusti och några stationer slog sina temperaturrekord. Temperaturerna började sedan i allmänhet återgå till mer normala för årstiden. Ostadigt väder kom att prägla månaden efter den 10 augusti och innebar efterlängtad regn på de flesta håll. I sydöstra Götaland var augusti länge mycket torr men kraftigt regn i slutet av månaden gjorde att det nederbördsmissigt till slut blev en ganska normal månad. Antalet soltimmar blev färre jämfört med juni och juli.

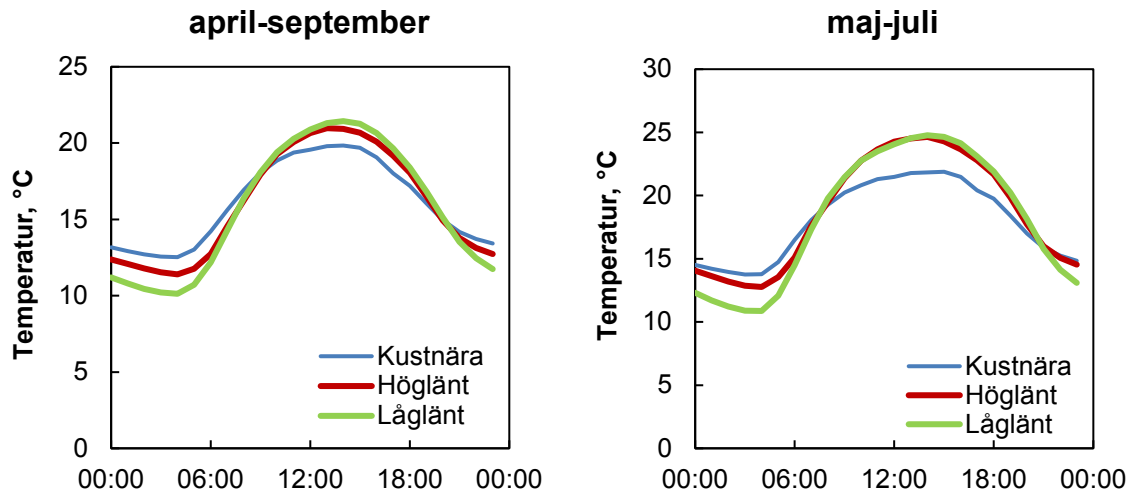
Hösten 2018 – Varm och torr

Hösten 2018 följde i sommarens tecken – varm och torr. Samtliga månader var milda och nederbördsfattiga med inslag av kortare kyliga perioder, framförallt i slutet av oktober och november.

September 2018 - Mestadels mildt och blåsig

Månaden innehöll mestadels milda temperaturer och inverkan från flertalet lågtryck gav upphov till blåst och regn. Trots det blev månaden som helhet generellt soligare än normalt. Avslutet var kyligt med kallare luftmassor från den 23 september. Nederbördsmissigt blev månaden något torrare än normalt i landets östra och sydligaste delar. I delar av västra Svealand och västra Götaland var det något blötare än normalt. Den första höststormen (Knud), inträffade den 21 september då ett lågtryck som rörde sig upp över Norge medförde stormvindar in över Sveriges västkust.

I Figur 15 visas den genomsnittliga dygnsvisa temperaturvariationen för samtliga lokaler inom Ozonmättnätet under perioden april-september och maj-juli. Även under 2018 hade kustnära platser den lägsta temperaturvariationen över dygnet och låglänta platser den högsta temperaturvariationen över dygnet.



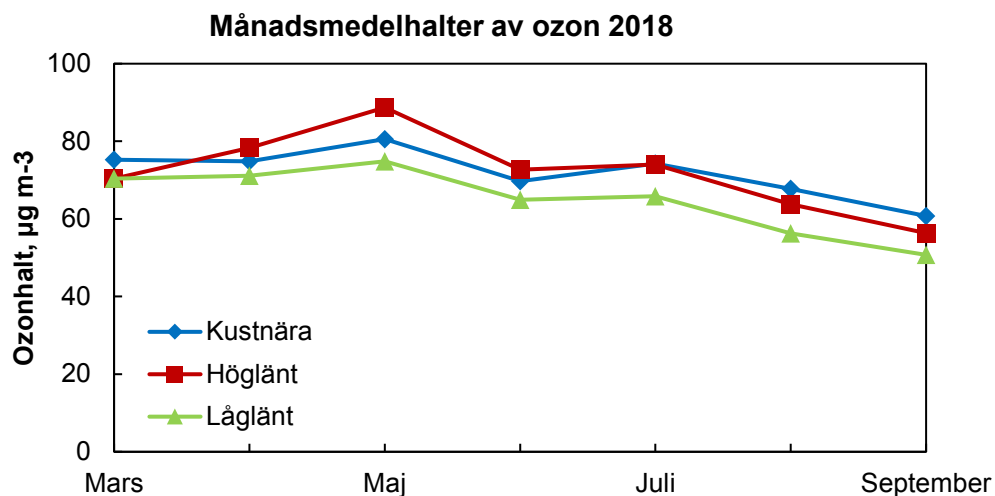
Figur 15. Den genomsnittliga dygnsvariationen i temperatur vid Ozonmät nätets stationer för april-september och för maj-juli 2018.

3.3 Ozonförekomst 2018

Generellt var ozonhalterna i södra Sverige under sommarhalvåret 2018 mycket höga. AOT40 under 2018 var på samtliga instrumentstationer det högsta som noterats sedan Ozonmät nätets start 2009.

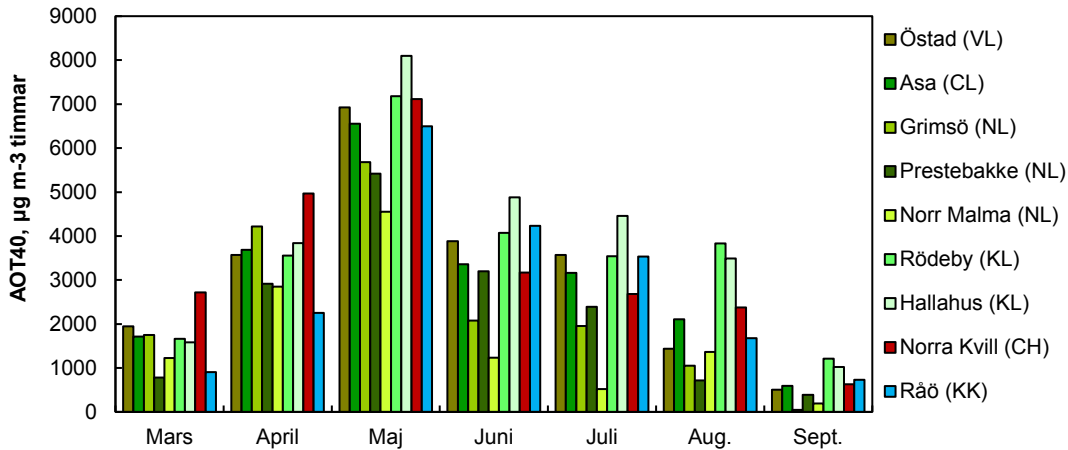
Ozonhalterna under sommaren 2018 påverkades starkt av det varma och soliga vädret. Ozonmedelhalterna är normalt höga under senvåren och försommaren. Under 2018 var de genomsnittliga ozonmedelhalterna högst under april-maj men även höga under juni och juli (Figur 16). Som beskrivits ovan var vädret under maj till mitten av augusti mycket varmt, soligt och torrt med få ostadiga perioder vilket bidrog till att förklara de höga ozonförekomsterna dessa månader. Årets högsta månadskoncentration, 94 $\mu\text{g m}^{-3}$, uppmättes vid Norra Kvill under maj, en månad där många mätplatser hade medelozonkoncentrationer över 80 $\mu\text{g m}^{-3}$.

Liksom tidigare år hade de låglänta lokalerna generellt de lägsta ozonkoncentrationerna under 2018 jämfört med övriga två lokalstyper. De genomsnittligt högsta halterna uppmättes för höglänta mätplatser i maj följt av kustnära och låglänta lokaler i maj. De lägsta ozonhalterna för samtliga lokalstyper uppmättes i september 2018.



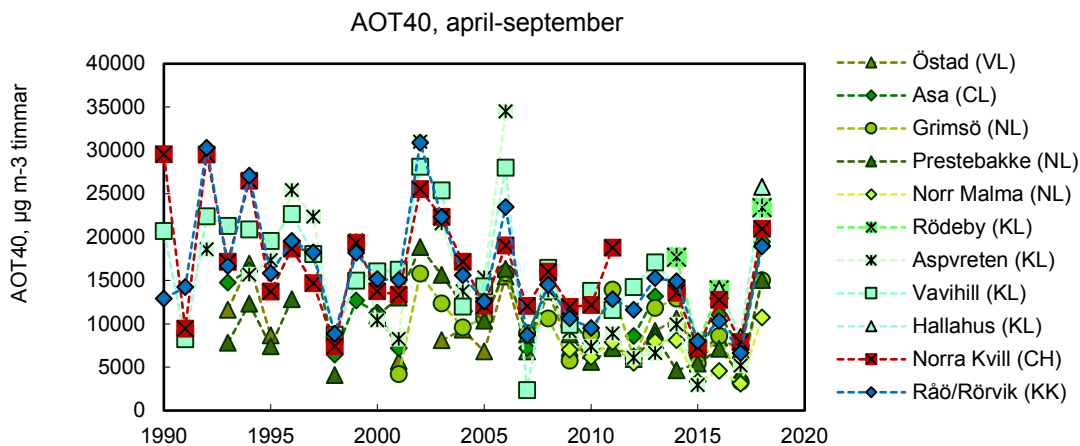
Figur 16. Genomsnittliga månadsvisa ozonhalter (mars–september) för samtliga ozonmätningar i södra Sverige (diffusionsprovtagare och instrument) observerade under 2018 inom Ozonmät nätets, uppdelade på lokalstyperna kustnära, höglänt och låglänt.

En månadsvis analys av uppmätta ozonhalter vid stationer med instrumentmätningar (Figur 17) visade att vid de flesta platserna var AOT40 som allra högst under maj följt av april, juni, juli och augusti medan värdena för AOT40 under mars och september var betydligt lägre vid samtliga mätplatser. I följande figurer är lokalnamnen kodade så att man kan identifiera vilken zon och lokaltyp de tillhör, se figurtext.



Figur 17. Månadsvisa värden för AOT40 vid platser i södra Sverige under mars-september 2018 baserade på timvisa instrumentmätningar av ozonhalter inom den nationella miljöövervakningen, en norsk EMEP-station (Prestebakke), samt i regi av Östra Sveriges Luftvårdsförbund (Norr Malma). Gröna staplar indikerar låglänta, röda höglänta och blå kustnära mätlokaler. Nordlig zon låglänt (NL), Nordlig zon höglänt (NH), Västlig zon låglänt (VL), Central zon låglänt (CL), Central zon höglänt (CH), Kustzon kustnära (KK), Kustzon låglänt (KL).

Figur 18 visar tydligt hur ozonförekomsten, uttryckt som AOT40, kan variera kraftigt mellan åren. Denna variation beror främst på den vädersituation som rådde det aktuella året vid de olika mätplatserna, men även på ursprunget hos de luftmassor som transporteras in till olika delar av Sverige med vindarna. AOT40 under 2018 var mycket högt vid samtliga mätplatser. Vid jämförelser av AOT40 för de enskilda ingående stationerna för åren då Ozonmätnätet varit i drift, 2009 - 2018, var AOT40 under 2018 klart högst. Sammantaget kan 2018 karakteriseras som ett mycket högt "ozonår".



Figur 18. Årsvisa värden för AOT40 april–september vid platser i södra Sverige med timvisa instrumentmätningar av ozonhalter inom den nationella miljöövervakningen, en norsk EMEP-station belägen nära svenska gränsen samt en mätstation i regi av Östra Sveriges Luftvårdsförbund (Norr Malma). Gröna punkter indikerar låglänta, röda höglänta och blå kustnära mätlokaler. Nordlig zon låglänt (NL), Nordlig zon höglänt (NH), Västlig zon låglänt (VL), Central zon låglänt (CL), Central zon höglänt (CH), Kustzon kustnära (KK), Kustzon låglänt (KL).

3.4 Vad betydde värmeböljan 2018 för ozonbildningen över södra Sverige?

Bildningen av ozon i luftskikten nära marken beror av koncentrationerna av ozonbildande ämnen i luften i kombination med rådande väderförhållanden. Varmt, soligt och torrt väder med svaga vindar gynnar ozonbildning. En aktuell fråga är om de positiva effekterna av minskade utsläpp av ozonbildande ämnen kan motverkas av en pågående klimatförändring med ökande temperaturer? Detta kallas på engelska för "*climate penalty*", och kan tolkas som i vilken utsträckning väderförhållandena påverkar ozonbildningen, när allt annat, inklusive utsläppen av ozonbildande ämnen, är konstant.

Sommaren 2018 dominerades av högtrycksväder och värmeböljor (SMHI, 2019). Sommarvärmerna började redan i maj och fortsatte med högtrycksbetonat och nederbördsfattigt väder in i augusti. Medeltemperaturen för sommarmånaderna var två till drygt tre grader varmare än perioden 1961 - 1990. Det är ungefär den temperaturhöjning som förväntas i framtiden med fortsatta medelhöga utsläpp av växthusgaser, scenario RCP4.5 (SMHI, 2019). Sommaren 2018 var även en av de tio soligaste somrarna som registrerats. Perioden maj-juli 2018 var den soligaste maj-juli-perioden sedan mätstarten för samtliga mätstationer förutom för Tarfala och Kiruna. Den långvariga värmen i kombination med mindre nederbörd än normalt, ledde till utbredd torka 2018. Om nederbörds mängden ökar eller minskar i södra Sverige i framtiden råder det dock en viss osäkerhet kring (SMHI, 2019).

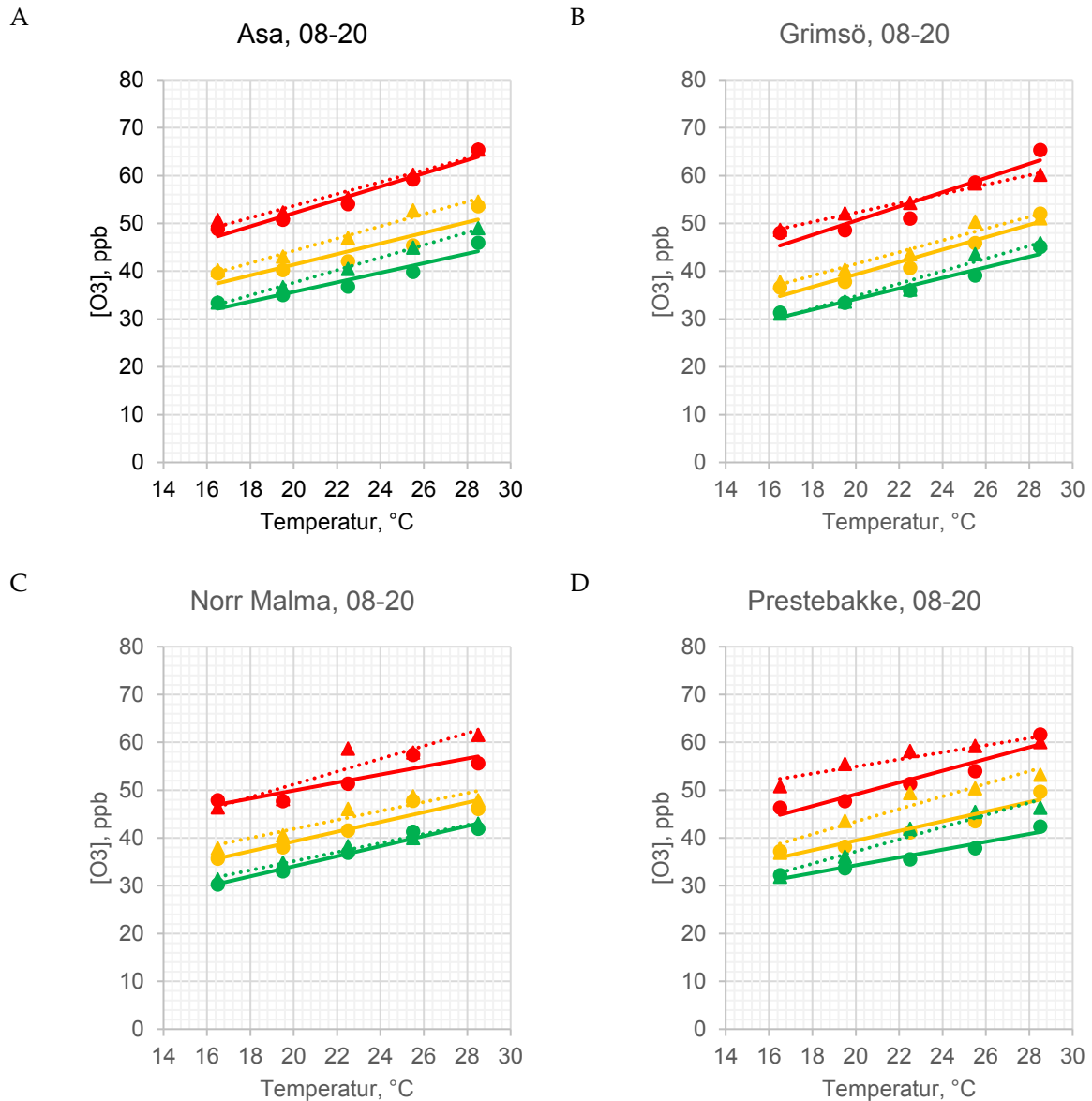
Som beskrivits tidigare i rapporten, var förekomsten av marknära ozon ovanligt hög i södra Sverige under sommaren 2018, jämfört med de senaste tio åren. Bildningen av marknära ozon i regioner där förekomsten av luftföroreningar är måttlig, som till exempel i Sverige, gynnas av en hög temperatur, mer solinstrålning, lägre luftfuktighet och låg vertikal luftomblandning (Doherty m. fl., 2017).

I ett nära samarbete mellan IVL och Göteborgs universitet har betydelsen av väderförhållandena under sommaren 2018 för bildningen av marknära ozon analyserats och jämförts med de tidigare åren 2013 - 2017. Analysen grundar sig på en metodik som har sitt ursprung i en amerikansk studie (Bloomer et al., 2009) och som vidareutvecklats i ett mastersarbete vid Göteborgs universitet (Johansson, 2019). Håkan Pleijel vid Göteborgs universitet var handledare och Per Erik Karlsson, Helena Danielsson och Gunilla Pihl Karlsson från IVL deltog, tillsammans med Ågot Watne från Göteborgs stads miljöförvaltning samt Camilla Andersson från SMHI, i utformningen av examensarbetet och tolkningen av resultaten. I examensarbetet analyserades fyra mätplatser i Göteborgsregionen; Östad, Råö, Ytterby och Göteborg/Femmans tak. Inom Ozonmätnätet har analysen expanderats till att omfatta ytterligare sju mätplatser i södra Sverige; Asa, Grimsö, Norr Malma, Prestebakke, Norra Kvill och Vavihill/Hallahus. Resultaten för Ytterby och Göteborg/Femmans tak redovisas inte här.

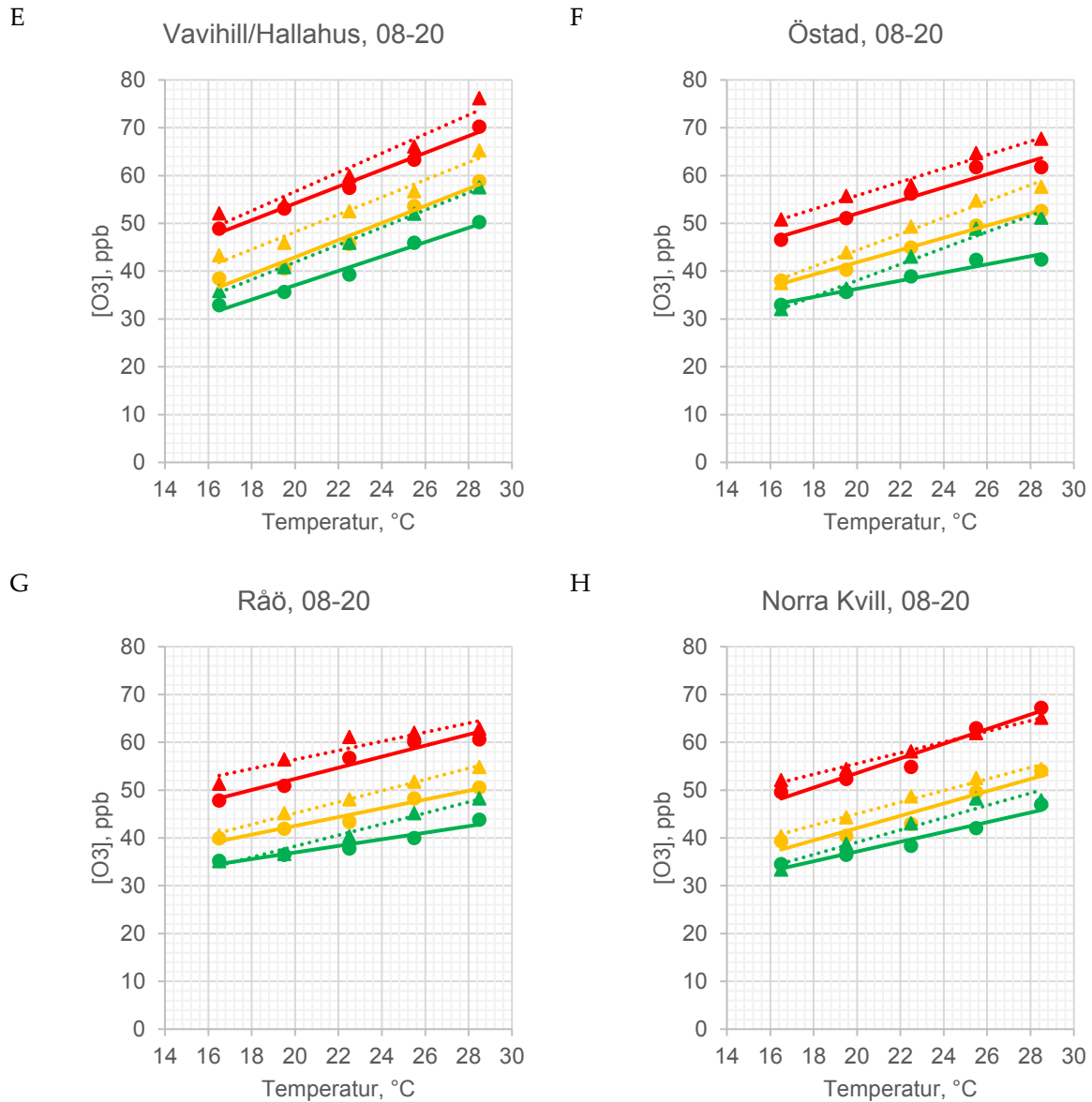
Analysen baseras på timvisa värden för ozonhalter och lufttemperatur under perioden april-september för respektive år. I ett första steg delas dessa timvisa värden upp i fyra olika delar av dygnet; kl. 08-20, kl. 10-16, kl. 20-08 samt kl. 22-04. Detta görs därför att ozonförekomsten beror på olika faktorer under dygnets olika delar. I det följande redovisas dock för enkelhets skull endast resultaten för tidsperioden kl. 08-20. I nästa steg delas alla timmar inom de olika dygnsperioderna in i olika intervall baserat på lufttemperatur. Vi använder temperaturintervall i steg om 3 °C, mellan 0 - 30°C. Inom varje dygnsperiod och temperaturintervall ordnas de timvisa ozonhalterna i så kallade percentiler. En 95 %-percentil är den ozonhalt som överskrids av de 5 % högsta ozonhalterna i respektive dygnsperiod och temperaturintervall, en 75 %-percentil är den ozonhalt som överskrids av den 25 % högsta ozonhalterna, och så vidare. En 50 %-percentil är således samma sak som ett medianvärde (dvs ett "centrerat värde", som överskrids av 50 % av alla timvisa ozonhalter). Vi analyserade percentilerna 95, 75 samt 50 %. Dessa beräkningar gjordes separat för året 2018 och som ett medelvärde för den samlade perioden 2013 - 2017. De olika percentilerna plottades i ett diagram mot medeltemperaturen för de olika temperaturintervallen, separat för de två olika perioderna 2018 respektive 2013 - 2017 (Figur 19), se Tabell 2.

Resultaten i Figur 19 visar på det starka sambandet mellan ozonhalter dagtid (kl. 08-20) och lufttemperaturer för alla platser och för alla percentiler. Exempelvis ligger de 5 % högsta ozonhalterna högre under de timmar när lufttemperaturerna ligger i intervallet 27-30 °C, jämfört med temperaturintervallet 24-27 °C. Liknande resultat

erhölls om man analyserade sambanden för en smalare tidsperiod mitt på dagen (kl. 10-16) och vi visar därför inte dessa resultat. Det finns således ett starkt samband mellan timvisa ozonhalter under dagtid och lufttemperaturen under samma timma. Sambandet förefaller linjärt inom det temperaturområde som analyserats och därför kommer allt mer ökande temperaturer att ge allt mer ökande ozonhalter. Sambanden mellan ozonhalter och temperatur följer i stort liknande mönster för 2018, som för perioden 2013 - 2017, men det finns också skillnader för vissa platser och för vissa percentiler.



Figur 19. Olika percentiler för timvisa ozonhalter under dagtid (kl. 08-20) plottat mot medeltemperaturen för olika intervaller av lufttemperaturer för olika mätplatser inom Ozonmättnätet i södra Sverige. Värden visas dels för perioden april-september 2018 (trianglar, streckade regressionslinjer), dels för april-september för åren 2013 - 2017 (cirklar, hela regressionslinjer). Rött, 95 % percentil; gult, 75 % percentil; grönt, 50 % percentil. En 95 % percentil är den ozonhalt som överskrids av den 5 % högsta ozonhalterna i respektive dygnsperiod och temperaturintervall.



Fortsättning Figur 19. Olika percentiler för timvisa ozonhalter under dagtid (kl 08-20) plottat mot medeltemperaturen för olika intervaller av lufttemperaturer för olika mätplatser inom Ozonmät nätet i södra Sverige. Värden visas dels för perioden april-september 2018 (trianglar, streckade regressionslinjer), dels för april-september för åren 2013 - 2017 (cirklar, hela regressionslinjer). Rött, 95 % percentil; gult, 75 % percentil; grönt, 50 % percentil. En 95 % percentil är den ozonhalt som överskrids av den 5 % högsta ozonhalterna i respektive dygnsperiod och temperaturintervall.

Riktningkoefficienten för sambandet mellan ozonhalter och temperaturer kallas "penalty factor" (Bloomer et al., 2009). I Tabell 2 visas "penalty factor" för de olika platsernas ozonhalter och lufttemperaturer för perioden april-september, kl. 08-20, separat för 2018 och som ett medelvärde för 2013 - 2017. Skillnaderna mellan dessa perioder visas också.

Generellt framgår i Tabell 2 att "penalty factor" är högst för Vavihill/Hallahus i Skåne, med en ökad ozonhalt på mellan 1,7 – 1,9 ppb per grad ökad lufttemperatur. Det innebär att en temperaturökning kommer att få störst inverkan på ozonhalterna vid denna plats. Även vid Östad, öster om Göteborg, är "penalty factor" under 2018 relativt hög, 1,6. Vid övriga platser ligger "penalty factor" runt 0,9 – 1,3 för alla perioder.

Under 2018 var "penalty factor" ungefär lika hög för alla percentiler, det vill säga både höga och medelhöga ozonhalter ökade i samma utsträckning med temperaturen. Under perioden 2013 - 2017 ökade de högsta ozonhalterna något mer med temperaturen, jämfört med medelhöga halter.

Som medelvärde för alla platser var "penalty factor" högre under 2018, jämfört med 2013 - 2017, för medelhöga ozonhalter (75 och 50% percentiler) medan den omvända gäller för de högsta ozonhalterna (95% percentil). Detta tyder på att när det gäller de medelhöga ozonhalterna var det någon ytterligare faktor, utöver lufttemperaturen, som bidrog till att det blev höga halter av ozon i samband med värmeböljan under 2018. Denna ytterligare faktor kan ha varit ökad solinstrålning och/eller lägre luftfuktighet. Det är också så att ozon reagerar med alla ytor som molekylerna stöter på och därmed "försvinner" från luften. Växtligheten spelar här en stor roll, där ozon tas upp genom de så kallade klyvöppningarna på bladen. Vid torka, så som under 2018, hålls klyvöppningarna i större utsträckning stängda vilket minskar växtlighetens upptag av ozon. Ett lägre upptag till växtligheten gör att lufthalterna av ozon blir högre.

Tabell 2. En sammanställning av riktningskoefficienter "penalty factors" för sambandet mellan timvisa ozonhalter och timvisa lufttemperaturer (ppb/ °C), uppdelat i olika temperaturintervall och tre olika percentiler, se Figur 19. Endast timmar under perioden april-september och dagtid mellan kl 08 och 20 är inkluderade i analysen. I tabellen visas medelvärden för året 2018 samt medelvärden för åren 2013–2017, samt differensen däremellan (2018 minus 2013–2017).

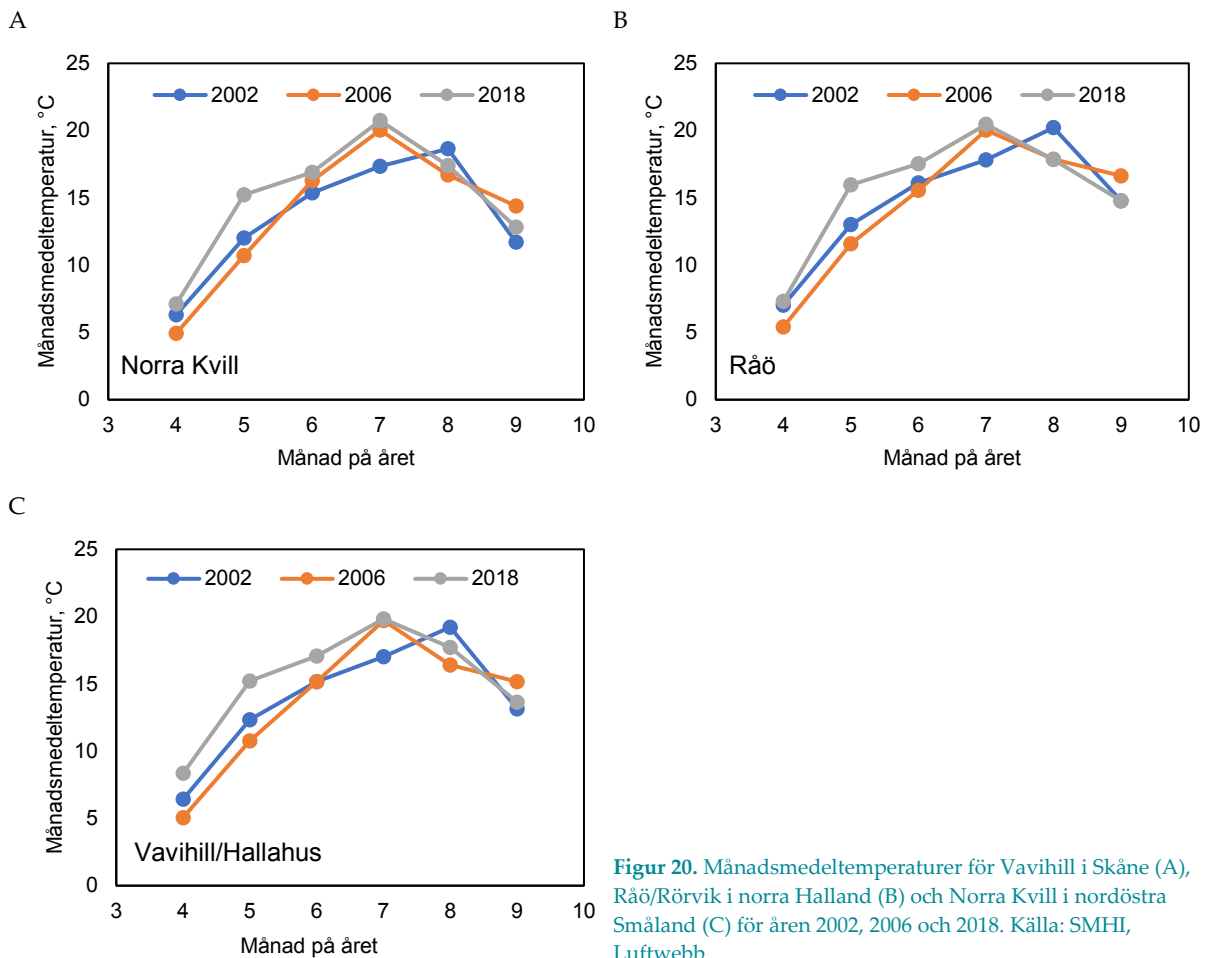
Mätplats	Period	Riktningkoefficient			
		95 % percentil	75 % percentil	50 % percentil	medel alla percentiler
Norra Kvill (höglänt)	2018	1.1	1.2	1.3	1.2
Norra Kvill (höglänt)	2013–2017	1.5	1.3	1.0	1.3
Norra Kvill (höglänt)	diff. 2018/2013–2017	-0.4	-0.07	0.3	-0.07
Råö (kustnära)	2018	0.9	1.2	1.2	1.1
Råö (kustnära)	2013–2017	1.2	0.9	0.7	0.9
Råö (kustnära)	diff. 2018/2013–2017	-0.2	0.3	0.5	0.2
Asa (låglänt)	2018	1.2	1.3	1.3	1.3
Asa (låglänt)	2013–2017	1.4	1.1	1.0	1.2
Asa (låglänt)	diff. 2018/2013–2017	-0.1	0.2	0.3	0.1
Grimsö (låglänt)	2018	1.0	1.2	1.3	1.2
Grimsö (låglänt)	2013–2017	1.5	1.3	1.1	1.3
Grimsö (låglänt)	diff. 2018/2013–2017	-0.5	-0.07	0.2	-0.1
Norr Malma (låglänt)	2018	1.3	0.9	0.9	1.1
Norr Malma (låglänt)	2013–2017	0.8	1.0	1.0	1.0
Norr Malma (låglänt)	diff. 2018/2013–2017	0.5	-0.08	-0.1	0.1
Prestebakke (låglänt)	2018	0.7	1.3	1.3	1.1
Prestebakke (låglänt)	2013–2017	1.2	1.0	0.8	1.0
Prestebakke (låglänt)	diff. 2018/2013–2017	-0.5	0.3	0.5	0.09
Vavihill/ Hallahus (låglänt)	2018	2.0	1.8	1.8	1.9
Vavihill/ Hallahus (låglänt)	2013–2017	1.8	1.8	1.5	1.7
Vavihill/ Hallahus (låglänt)	diff. 2018/2013–2017	0.2	0.03	0.3	0.2
Östad (låglänt)	2018	1.4	1.7	1.7	1.6
Östad (låglänt)	2013–2017	1.4	1.3	0.8	1.2
Östad (låglänt)	diff. 2018/2013–2017	0.05	0.4	0.8	0.4
Medel alla platser	2018	1.2	1.3	1.3	1.3
Medel alla platser	2013–2017	1.3	1.2	1.0	1.2
Medel alla platser	diff. 2018/2013–2017	-0.1	0.1	0.3	0.1

Även i Norge var 2018 ett år med ovanligt hög förekomst av ozon nära marken (NILU, 2019). Det var även här i huvudsak medelhöga ozonhalter som var högre än normalt. AOT40 under tre månader, maj-juli, översteg 6000 µg m⁻³ timmar vid fem mätplatser i södra Norge. Ett så omfattande överskridande har inte uppmätts i Norge under de senaste tio åren. Man förklarar även här den höga ozonförekomsten till stor del beroende på att

vädersituationen under sommaren 2018 var gynnsam för ozonbildning (NILU, 2019). Därtill pekar man på att depositionen av ozon till växtligheten sannolikt var lägre under sommaren 2018, eftersom växterna stänger klyvöppningarna som en följd av det torra vädret.

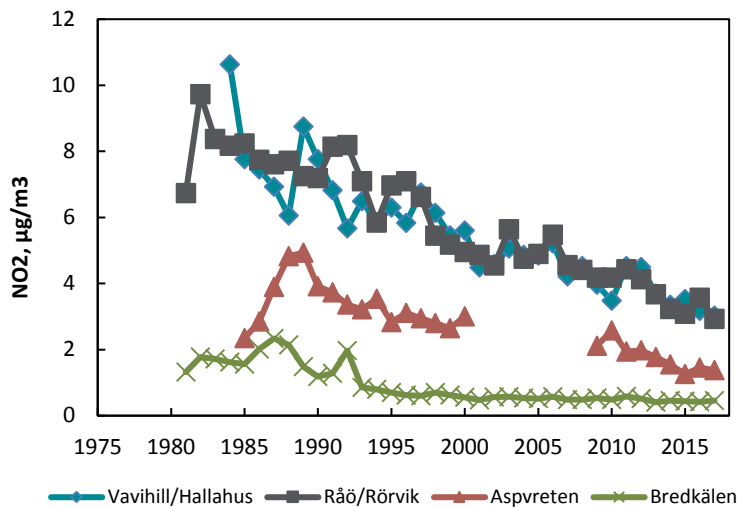
AOT40 under april – september har varit högt i södra Sverige även under tidigare år (Figur 18), till exempel under början av 1990-talet samt under åren 2002 och 2006. Värdena för AOT40 under april-september var högre under 2002 och 2006, jämfört med 2018 (Figur 18). Berodde det på att lufttemperaturerna var högre under dessa år?

I Figur 20 visas månadsmedeltemperaturer dygnet runt för åren 2002, 2006 och 2018, separat för Vavihill/Hallahus, Råö/Rörvik och Norra Kvill. För de månader då AOT40 normalt är högst, april, maj och juni (Figur 17), var lufttemperaturerna högre under 2018, jämfört med både 2002 och 2006, för alla de tre platserna. Även om det är huvudsakligen lufttemperaturerna dagtid som spelar roll för ozonbildningen, tyder detta på att de högre värdena för AOT40 under 2002 och 2006, jämfört med 2018, inte orsakades av högre lufttemperaturer dessa år.



Bildningen av ozon nära marken i Sverige utanför tätorterna är huvudsakligen begränsad av koncentrationen av NO₂ i luften. Sedan början av 2000-talet har halterna av NO₂ i bakgrundsluft i södra Sverige (Vavihill/Hallahus och Råö/Rörvik) i det närmaste halverats, Figur 21. Det är därför troligt att om samma höga halter av NO₂ förekommit i södra Sverige 2018, som 2002 och 2006, hade ozonförekomsten under 2018 varit avsevärt högre.

Minskningen av utsläppen av ozonbildande ämnen har sannolikt spelat en större roll för ozonförekomsten 2018 än ökningen av lufttemperaturen. Samma resultat visade en modelleringsstudie (Klingberg m.fl., 2014), där AOT40 modellerades utifrån framtida scenarier med minskade utsläpp av ozonbildande ämnen och framtida klimat.



Figur 21. Årsmedelhalter av ozonbildande ämnen i luft vid EMEP-stationerna Vavihill/Hallahus, Råö/Rörvik, Aspvreten och Bredkålen. Källa: Nationell luftövervakning. Sakrapport med data från övervakning inom Programområde Luft t.o.m. 2017. IVL Rapport C 360.

- Högre temperaturer dagtid under sommaren resulterar i högre halter av ozon nära marken i södra Sverige.
- Inom de temperaturintervall som förekommer i södra Sverige är sambanden mellan temperatur och ozonhalter linjära, därför kommer allt mer ökande temperaturer att orsaka allt högre ozonhalter, om allt annat är konstant.
- Den samlade effekten av framtida ökade temperaturer på AOT40 kommer att bero på hur frekvensfördelningen av lufttemperaturer ändras, det vill säga för hur många timmar under sommarhalvåret som temperaturen ökar och hur mycket temperaturen ökar för vardera timma.
- År 2018 ökade de medelhöga ozonhalterna något mer med temperaturen, jämfört med de föregående fem åren, vilket kan tyda på att någon ytterligare faktor kan ha bidragit till den höga ozonförekomsten 2018. Detta kan ha varit mycket solstrålning och/eller låga luftfuktigheter men även att ozon inte i samma utsträckning togs upp av växtligheten till följd av den långvariga och intensiva torkan.
- Minskningen av utsläppen av ozonbildande ämnen spelar en större roll för förekomsten av marknära ozon i södra Sverige, jämfört med ökningen av lufttemperaturer.
- Ozonhalterna över södra Sverige kommer sannolikt att minska om utsläppen av ozonbildande ämnen minskar i samma takt som nu, trots framtida ökande lufttemperaturer.

4 Tack

Vi vill tacka alla provtagare för allt arbete samt alla berörda markägare för att ni upplåtit er mark till Ozonmättnätet. Vi tackar även NILU och SLB Analys för att vi fått tillgång till ozondata från Prestebakke respektive Norr Malma.

5 Referenser

- Bloomer, B.J., Stehr, J.W., Piety, C.A., 2 Ross J. Salawitch, R.J. & Dickerson, R.R. 2009. Observed relationships of ozone air pollution with temperature and emissions. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 36, L09803, doi:10.1029/2009GL037308.
- Doherty, R. M., Heal, M. R., & O'Connor, F. M., 2017. Climate change impacts on human health over Europe through its effect on air quality. Environmental Health: A Global Access Science Source. <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0325-2>.
- Johansson, J., 2019. Tropospheric ozone during the 2018 heatwave in southwest Sweden. Degree project for Master of Science (120 hec) with a major in Environmental Science, University of Gothenburg, 2019.
- Karlsson, P.E., Danielsson, H., Pleijel, H., Engardt, M., Andersson, C., Andersson, M. 2014. En ekonomisk utvärdering av inverkan av marknära ozon på växtligheten i Sverige. En uppdatering i samband av den fördjupade utvärderingen av miljö kvalitetsmålet Frisk Luft. IVL Rapport C59.
- Klingberg, J. Engardt, M., Karlsson, P.E., Langner, J., Pleijel, H. 2014. Declining ozone exposure of European vegetation under climate change and reduced precursor emissions. Biogeosciences, 11, 5269–5283.
- Naturvårdsverket 2019. Fördjupad utvärdering av miljömålen 2019. Med förslag till regeringen från myndigheter i samverkan. ISBN 978-91-620-6865-3.
- NILU, 2019. Monitoring of long-range transported air pollutants in Norway. Annual Report 2018. NILU report 8/2019. ISBN: 978-82-425-2970-1.
- SFS 2010:477. Luftkvalitetsförordning; uppdaterad t.o.m. SFS 2013:123. <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/20100477.htm>
- SMHI, 2019. Sommaren 2018 - en glimt av framtiden? KLIMATOLOGI Nr 52, 2019. ISSN: 1654–2258.
- Webbplatser:
- <http://www.SMHI.se>
- <http://extra.lansstyrelsen.se/rus>
- <http://www.sverigesmiljomal.se/>
- Direktivet 2008/50/EG: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0050&from=SV>

Bilaga I Stationsbeskrivning

Tabell I-1 Grunddata för mätplatserna

Skåne län



Klintaskogen. Belägen vid Lunds Universitets observatorium på en av de högsta punkterna på Romeleåsen ca 135 m ö.h., ca 30 km från Skånes sydkust. Öppet fält omgivet av låga tallar.

Skåne län



Skillinge. Samlokaliserad med SMHI:s väderstation Skillinge. Ca 300 m från stranden och 10 m ö.h. Belägen mitt på ett stort öppet fält.

Skåne län



Stjärneholm. Belägen i ett vidsträckt flackt jordbrukslandskap, 45 m ö.h. och 12 km från kusten. Öster om mätplatsen finns en låg kulle.

Skåne län



Hallahus. Öppet fält, på Söderåsen. Vid Klåveröd i närheten av Ljungbyhed. Ingår i nationell övervakning. Drivs av IVL på uppdrag av Naturvårdsverket.

Blekinge län



Sännen. Öppning i skogen ca 100 x 50 m. 90 m ö.h. Ca 20 km från den sammanhängande kustlinjen.

Blekinge län



Rödeby. Belägen på en kyrkogård. 55 m ö.h. och 12 km från den sammanhängande kustlinjen. Ingår i nationell övervakning. Drivs av IVL på uppdrag av Naturvårdsverket.

Hallands län



Timrilt. Belägen på en stor föryngringsyta i en sluttning åt väster, ca 170 m ö.h. 24 km från kusten.

Hallands län



Råö. Belägen 20 m från strandlinjen, 5 m ö.h. Omgiven av enstaka låga tallar. Ingår i nationell övervakning. Drivs av IVL på uppdrag av Naturvårdsverket.

Kalmar län



Ottenby. Belägen ute på en öppen myr, ca 100 x 100 m i Ottenby lund. < 5 m ö.h. och 0,5 km från havet.

Kalmar län



Simpevarp. Sitter på stora masten vid Simpevarps kärnkraftverk, 10 m ö.h. och ca 0,5 km från den sammanhängande kustlinjen. Omgiven av gles tallskog.

Kalmar län



Rockneby. Placerad på en vall, strax norr om Böle och ca 15 km nordväst om Kalmar.

Jönköpings län



Draftinge. Mätstation placerad på jordbruksmark. 155 m ö.h., 75 km från kusten.

Jönköpings län



Visingsö. Placering på ett vidsträckt öppet fält, ca 600 m från stranden och 100 m ö.h. (ca 10 m över Vätterns nivå).

Jönköpings län



Isaberg. Placerad uppe på toppen av Isaberg. 300 m ö.h. och ca 90 km från kusten.

Västra Götalands län



Granan. Beläget på bergsknalle med få träd. Mestadels ris-, buskvegetation och kalt berg. Ca.190 m ö.h. och 54 km från kusten.

Västra Götalands län



Hensbacka. Föryngringsyta med björkslyvegetation. 130 m ö.h. och 22 km till sammanhängande kustlinje.

Västra Götalands län



Kinnekulle. Belägen strax norr om Kinnekullegården, ca 260 m ö.h. och ca 3,5 km från Vänerns kust. Mycket nära Kinnekulles östra kant.

Västra Götalands län



Lanna. Belägen på ett vidsträckt plant öppet fält, väster om Lanna försöksgård, 70 m ö.h. 100 km från kusten.

Västra Götalands län



Läckö. Belägen strax söder om Läckö slott. 100 m från stranden, 40 m ö.h. Omgiven av ett fåtal buskar, träd samt en byggnad bredvid.

Västra Götalands län



Nordkoster. Mätstation placerad i närheten av hamnen. 7 m ö.h. och < 0,5 km till kustlinje mot väster.

Västra Götalands län



Pjungsärd. Belägen på en liten kulle i en hage. 120 m ö.h. och knappt 180 km från kusten.

Västra Götalands län



Östad. Belägen på ett öppet fält, f.d. försöksområde. 65 m ö.h. ca 1 km från Mjörns strand. 43 km från kusten. Ingår i nationell övervakning. Drivs av IVL på uppdrag av Naturvårdsverket.

Östergötlands län



Höka. Föryngringsyta med björkslyvegetation. Ca 140 m ö.h. Drygt 100 km från kusten.

Östergötlands län



Normlösa. Mätplatsen ligger intill Normlösa kyrka. Gräsytan klipps regelbundet. Ca 90 m ö.h. 95 km från kusten.

Östergötlands län



Norra Kvill. Beläget högt i landskapet, 260 m ö.h. Ett fåtal träd, annars i ett öppet landskap. Vid bergets östra kant. Knappt 70 km från kusten. Ingår i nationell övervakning. Drivs av IVL på uppdrag av Naturvårdsverket.

Stockholms län



Farstanäs. Belägen på öppet fält, jordbruksmark i närheten av Järna.

Östergötlands län



Omberg. Mätplatsen är belägen på Omberg på en öppen yta ganska nära "Predikstolen" (brant västlig sluttning mot Vättern). Ca 215 m ö.h. Knappt 130 km från kusten.

Stockholms län



Svenska Högarna. Mätplatsen är belägen på Storön. Ögruppen Svenska Högarna är en av Stockholms norra skärgårds östligaste öar. Knappt 10 m ö.h. och 100 m från stranden.

Östergötlands län



Solltorp. Liten öppen yta med gräs- och slyvegetation omgiven av skog. Ca 175 m ö.h. Ca 80 km från kusten.

Stockholms län



Norr Malma. Mätplatsen är belägen 1 km söder om sjön Erken. 25 m ö.h. och ca 25 km från obruten kustlinje. Drivs av SLB-analys (Stockholms Luft- och Bulleranalys), en enhet på Miljöförvaltningen i Stockholm.

Stockholms län



Bergby. Placerad på en vändplan, ca 3 km norr om Vallentuna. Ca 40 km väster om den sammanhängande kustlinjen.

Övriga stationer

Örebro län



Grimsö. Grimsö forskningsstation, Sveriges Lantbruksuniversitets (SLU). Drygt 100 m ö.h. och 135 km från kusten. Ingår i nationell övervakning. Drivs av IVL på uppdrag av Naturvårdsverket.

Østfold, Norge



Prestebakke. Mätstation som drivs av Norsk institutt for luftforskning (NILU). 160 m ö.h. och 25 km från kusten.

Kronobergs län



Asa. Belägen i anslutning till en byggnad invid ett öppet fält, ca 100 x 70 m. 180 m ö.h. Ingår i nationell övervakning. Drivs av IVL på uppdrag av Naturvårdsverket.

Bilaga II Att uppskatta ozonindex baserat på enkla ozon- och temperaturmätningar

I den fria troposfären (från någon km upp till ca 10 km höjd) är ozonhalten styrd av storskaliga (regionala) processer. Nära marken, i det atmosfäriska gränsskiktet där människor vistas, där växtligheten finns och där mätningarna görs, är både ozonkoncentrationens medelvärde och dygnsvariation istället kraftigt påverkad av lokala förhållanden. Den lokala topografin, markanvändningen (skog/öppet landskap) och närheten till stora vattenmassor påverkar luftomblandningen och depositionshastigheten. Även halterna av kväveoxider ($\text{NO} + \text{NO}_2 = \text{NO}_x$) har betydelse för ozonhalterna. Ozonförekomsten är hög i kustnära områden och vid högt belägna platser i inlandet, medan ozonförekomsten är avsevärt lägre vid lågt belägna platser i inlandet, i synnerhet under kväll, natt och morgon (Sundberg m.fl. 2006; Karlsson m.fl., 2007, Klingberg m.fl., 2012).

Ozonhaltens dygnsvariation är avgörande för de ozonindex, AOT40 och det maximala 8-timmarsmedelvärdet, som anges i miljökvalitetsnormer och EU:s luftkvalitetsdirektiv. Att använda diffusionsprovtagare för att mäta ozon är enkelt och billigt. Man får dock inte ut timvis tidsupplöst information, vilket krävs för att direkt kunna beräkna AOT40 och det maximala 8-timmarsmedelvärdet. Baserat på mätdata för ozon på veckobasis i Skåne, Halland och Västra Götalands län har en metodik tagits fram för att uppskatta AOT40 genom att använda ozondata från diffusionsprovtagare kombinerat med information om ozonhaltens variabilitet med hjälp av information om den dygnsvisa temperaturvariationen (Piikki m.fl., 2008). Metoden baseras på att det finns ett samband mellan temperaturens och ozonhaltens dygnsvariationer. Den gemensamma nämnaren är luftskiktets stabilitet som påverkar gradienten nära marken av både temperatur och ozonhalt. Metoden kräver vidare att lufttemperaturen mäts vid mätplatsen med timupplösning, ca 1 m över marknivån. Inom "Ozonmät nätet i södra Sverige" används timvisa temperaturdata tillsammans med ozonhalter mätta med diffusionsprovtagare på månadsbasis. Inför utformningen av programmet visades att metodiken var tillämpbar även då ozonhalter mättes över denna något längre period (en månad) (Pihl Karlsson m.fl., 2009). Metoden i den ursprungliga programbeskrivningen har vidareutvecklats under mätprogrammets gång. Bland annat har de omräkningsfaktorer (α -värden), som avgör hur stor del av dygnets AOT40 som uppskattas infalla mellan 08.00 och 20.00, har hållits konstanta under 2015–2017, men är uppdaterade till 2018.

Metodiken har i samband med analys av data för 2015, det första året i programperioden 2015–2020, utvärderats och viss vidareutveckling har genomförts. En viss justering av α -värden har, som nämns ovan, gjorts. Som Simpson m.fl. (2014) och Karlsson m.fl. (2017) visat sker en förändring av ozonförekomsten över Europa, där de högsta ozontopparna minskar men bakgrundshalterna (är konstanta eller) stiger. Viss kalibreringen har därför gjorts för att anpassa metoden för beräkning av AOT40 till dessa storskaliga förändringar.

Det finns en strävan inom programmet att använda samma kalibrering av metoden över tid. Storskaligt förändras dock både klimatet och ozonförekomsten. Som Simpson m.fl. (2014) och Karlsson m.fl. (2017) visat sker en förändring av ozonförekomsten över Europa, där de högsta ozontopparna minskar men bakgrundshalterna (är konstanta eller) stiger. Kalibreringen av metoden måste därmed i viss mån anpassas till dessa storskaliga förändringar.

En av anledningarna till justeringen som gjorts är att samvariationen mellan ozonhaltens standardavvikelse och temperaturens variation över dygnet visat på en förändring över tid. Detsamma som visats över norra Europa gäller även i södra Sverige, det vill säga att de allra högsta ozonhalterna har minskat över tid medan de medelhöga och låga halterna har ökat.

Eftersom vi ser en förändring av sambandet mellan standardavvikelse för ozon och dygnets temperaturvariation från 2010 fram till och med 2018, har vi vid beräkning av AOT40 för 2018 uppskattat standardavvikelsen för ozon för de mätstationer som mäter månadsvisa ozonmedelhalter med diffusionsprovtagare baserat på de dygnsvisa

temperaturvariationerna för perioden 2016 – 2018. För att optimalt uppskatta korrekta standardavvikelser för ozon har den från temperaturmätningar uppskattade standardavvikelsen justerats ner med 5 %.

Den så kallade α -faktorn anger hur stor andel av 24-timmars AOT40 som utgörs av 12-timmars AOT40 (08.00-20.00) för olika lokal-kategorier (kustnära, högt eller lågt belägna). Till redovisning av resultat för 2018 har faktorerna justerats jämfört med resultatredovisningen för 2015–2017 (Tabell II- 1).

Tabell II- 1. α -värden använda för uppskattning av AOT40 för 08.00-20.00 från AOT40 för dygnets alla timmar.

Lokaltyp	α -värde
Kustnära	0.76
Höglänt	0.57
Låglänt	0.87

Referenser

- Karlsson P. E., Pihl Karlsson G., Pleijel H., Sundberg, J. 2007. En bedömning av ozonbelastningen i landsbygdsmiljön i Västra Götalands län IVL Rapport U 2064.
- Karlsson, P. E., Klingberg, J., Engardt, M., Andersson, C., Langner, J, Pihl Karlsson, G. and Pleijel, H. 2017. Past, present and future concentrations of ground-level ozone and potential impacts on ecosystems and human health in northern Europe. *Science of The Total Environment* 576, 22–35.
- Klingberg, J., Karlsson, P.E., Pihl Karlsson, G., Hu, Y., Chen, D. and Pleijel, H. (2012). Variation in ozone exposure in the landscape of southern Sweden with consideration of topography and coastal climate. *Atmospheric Environment* 47, 252-260.
- Pihl Karlsson G., Piikki K., Karlsson P. E., Klingberg J. & Pleijel H. 2009. Mätprogram för marknära ozon i bakgrundsmiljön i södra Sverige med hänsyn till ozonets variation i landskapet. Uppdaterad 2009. Rapport på uppdrag av länsstyrelserna i O, N, H, M, K, G, I, F, U & E län.
- Piikki K., Karlsson P. E., Klingberg J., Pihl Karlsson G., Pleijel H. 2008. Mätningar av marknära ozon och meteorologi vid kustnära och urbana miljöer i Halland, Skåne och Västra Götalands län. Utveckling av miljömålsuppföljning för ozon med hjälp av diffusionsprovtagare och mobilt mätsystem. Rapport på uppdrag av länsstyrelserna i M-, N- och O- län.
- Simpson D., Arneth A., Mills G., Solberg S. & Uddling J. 2014. Ozone – the persistent menace: interactions with the N cycle and climate change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 9–10:9–19.
- Sundberg J., Karlsson P. E. Schenk L., Pleijel H. 2006. Variation in ozone concentration in relation to local climate in south-west Sweden. *Water, Air and Soil Pollution* 173, 339-354.

Bilaga III Data i tabellform

Tabell III- 1. Sammanfattad uppföljning av miljö kvalitetsnormer och miljömål för "Ozonmät nätet i södra Sverige" 2018.

Zon	Lokal typ	Överskrider miljö kvalitetsnorm AOT ₄₀ , 2010–2019 (18 000 µg m ⁻³ timmar maj-juli)	Överskrider miljö kvalitetsnorm AOT ₄₀ , 2020- (6 000 µg m ⁻³ timmar maj-juli)	Överskrider miljömål AOT ₄₀ , (10 000 µg m ⁻³ timmar apr-sept.)
Kustzon	Kustnära	Nej	Ja	Ja
	Höglänt	Nej	Ja	Ja
	Låglänt	Nej	Ja	Ja
Central zon	Höglänt	Nej	Ja	Ja
	Låglänt	Nej	Ja	Ja
Västlig zon	Höglänt	Nej	Ja	Ja
	Låglänt	Nej	Ja	Ja
Ostlig zon	Höglänt	Nej	Ja	Ja
	Låglänt	Nej	Nej	Nej
Nordlig zon	Höglänt	Nej	Ja	Ja
	Låglänt	Nej	Ja	Ja

Tabell III- 2. Ozonhalt, månadsmedelvärde, µg m⁻³, 2018. Medelvärden för de olika lokal typerna i de olika zonerna.

Zon	Lokal typ	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Augusti	Sept.	Medel, maj-juli	Medel, april-sept.
Kustzon	Kustnära	75	75	81	70	74	68	61	75	71
	Höglänt	63	81	87	76	77	68	60	80	75
	Låglänt	69	71	76	66	67	60	51	70	65
Central zon	Höglänt	79	79	93	75	75	70	57	81	75
	Låglänt	70	72	73	67	72	54	52	71	65
Västlig zon	Höglänt	75	79	86	78	73	57	51	79	71
	Låglänt	75	74	75	65	66	55	52	69	64
Ostlig zon	Höglänt	62	77	85	64	72	64	59	74	70
	Låglänt	65	65	67	58	59	55	45	62	58
Nordlig zon	Höglänt	73	74	88	69	72	55	53	76	69
	Låglänt	73	73	81	67	66	56	53	71	66

Tabell III- 3. Beräknat AOT₄₀ för säsongen 2018. Medelvärden för de olika lokal typerna i de olika zonerna. Summa av medelvärden för perioderna maj-juli och april-september.

Zon	Lokal typ	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Augusti	Sept.	Summa, maj-juli	Summa, april-sept.
Kustzon	Kustnära	2 453	2 374	5 202	1 754	2 516	1 413	469	9 472	13 728
	Höglänt	337	2 753	5 468	2 001	2 236	1 225	306	9 705	13 989
	Låglänt	1 336	2 365	4 767	2 328	2 348	1 799	475	9 443	14 083
Central zon	Höglänt	2 551	3 107	6 528	2 480	2 313	1 800	358	11 322	16 586
	Låglänt	1 470	2 691	4 602	2 186	3 721	789	285	10 509	14 274
Västlig zon	Höglänt	1 576	2 443	4 626	2 602	1 870	267	81	9 098	11 888
	Låglänt	2 842	2 912	4 783	2 218	1 922	655	277	8 922	12 767
Ostlig zon	Höglänt	332	2 127	4 688	777	1 693	734	225	7 158	10 243
	Låglänt	1 353	1 368	2 399	957	915	523	89	4 271	6 251
Nordlig zon	Höglänt	1 262	1 561	5 849	1 195	1 738	261	91	8 782	10 695
	Låglänt	1 448	2 886	5 702	2 007	1 725	912	185	9 434	13 416

Tabell III- 4. Resultat för "Ozonmät nätet i södra Sverige" 2018. Ozonhalt, månadsmedelvärde, $\mu\text{g m}^{-3}$. Understrukna platser mäter med ozoninstrument, övriga mäter med diffusionsprovtagare.

Zon	Lokaltyp		Mars	April	Maj	Juni	Juli	Augusti	Sept.	Medel, maj-juli	Medel, april-sept.
Kustzon	Kustnära	Nordkoster	73	72	73	68	72	60	61	71	68
		Ottenby	74	73	71	59	66	66	54	65	65
		<u>Råö</u>	71	75	85	80	76	69	66	80	75
		Simpevarp	80	76	79	69	73	63	54	74	69
		Skillinge	72	73	87	74	77	74	60	79	74
		Svenska Högarna	81	80	89	68	81	76	69	79	77
	Höglänt	Klintaskogen	63	81	87	76	77	68	60	80	75
	Låglänt	Stjärneholm	63	75	79	71	71	67	53	74	69
		Sännen	67	65	69	59	61	55	42	63	58
		<u>Rödeby</u>	74	76	83	73	71	69	58	76	72
		Farstanäs	66	63	76	59	63	52	50	66	61
Rockneby		71	66	60	54	58	51	43	58	55	
<u>Hallahus</u>	75	81	91	80	76	67	61	83	76		
Central zon	Höglänt	<u>Norra Kvill</u>	82	86	94	77	77	70	65	83	78
		Isaberg	76	73	92	72	73	70	50	79	72
	Låglänt	<u>Asa</u>	74	73	72	70	67	59	53	70	66
		Draftinge	70	68	66	61	62	53	48	63	60
		Timrilt	73	70	85	67	71	59	52	74	67
Visingsö	63	78	70	72	88	44	53	77	68		
Västlig zon	Höglänt	Kinneulle	75	79	86	78	73	57	51	79	71
	Låglänt	Lanna	72	78	78	58	62	55	56	66	65
		Läckö	76	71	74	65	69	56	53	69	65
		Pjungserud	75	75	75	70	64	54	46	70	64
		<u>Östad</u>	75	72	75	67	66	54	54	69	65
Ostlig zon	Höglänt	Omberg	62	77	85	64	72	64	59	74	70
	Låglänt	Höka	71	64	66	52	58	51	44	59	56
		Normlösa	60	70	69	57	63	55	39	63	59
		Solltorp	67	66	66	70	56	59	51	64	61
		Bergby	64	60	69	54	57	54	48	60	57
Nordlig zon	Höglänt	Granan	73	74	88	69	72	55	53	76	69
	Låglänt	<u>Grimsö</u>	76	77	79	66	66	51	52	71	65
		Hensbacka	73	69	84	67	69	57	51	73	66
		<u>Norr Malma</u>	71	71	76	63	57	57	52	65	63
		<u>Prestebakke</u>	73	76	83	72	71	58	57	76	70

Tabell III- 5. Resultat för "Ozonmät nätet i södra Sverige" 2018. Beräknat AOT40 för säsongen 2018. Understrukna platser mäter med ozoninstrument, övriga mäter med diffusionsprovtagare varifrån AOT40 är beräknat. Summa per plats för perioderna maj-juli och april-september. Som tidigare nämnts är troligen AOT40 för flertalet enskilda mätplatser underskattade.

Zon	Lokaltyp	Plats	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Augusti	Sept.	Summa, maj-juli	Summa, april-sept.	
Kustzon	Kustnära	Nordkoster	1584	1793	2298	1259	1987	342	369	5 543	8 048	
		Ottenby	3757	1222	2408	552	1213	1295	174	4 174	6 864	
		<u>Räö</u>	907	2255	6497	4235	3537	1675	728	14 268	18 926	
		Simpevarp	3444	2654	4128	1763	1755	789	265	7 646	11 353	
		Skillinge	1964	3323	6592	2224	3086	2712	472	11 902	18 409	
		Svenska Högarna	3059	2997	9289	489	3520	1668	806	13 298	18 769	
	Höglänt	Klintaskogen	337	2753	5468	2001	2236	1225	306	9 705	13 989	
		Låglänt	Stjärneholm	495	2778	5335	2619	2711	2056	269	10 665	15 767
			Sännen	1427	1254	2659	1036	1190	598	83	4 885	6 819
			<u>Rödeby</u>	1661	3556	7182	4075	3541	3828	1209	14 798	23 391
			Farstanäs	848	1247	3826	720	1217	383	147	5 762	7 539
			Rockneby	2002	1513	1505	638	975	440	121	3 118	5 192
			<u>Hallahus</u>	1583	3843	8096	4880	4454	3493	1024	17 430	25 789
		Central zon	Höglänt	<u>Norra Kvill</u>	2716	4971	7113	3171	2682	2379	630	12 965
Isaberg	2387			1242	5944	1790	1945	1221	85	9 678	12 228	
Låglänt	<u>Asa</u>		1711	3688	6552	3356	3163	2105	593	13 071	19 457	
	Draftinge		1746	1884	2317	1370	1644	349	160	5 331	7 724	
	Timrilt		2054	2148	7043	1812	2940	646	256	11 796	14 846	
	Visingsö		370	3045	2495	2207	7135	56	132	11 837	15 070	
Västlig zon	Höglänt	Kinneulle	1576	2443	4626	2602	1870	267	81	9 098	11 888	
	Låglänt	Lanna	3123	3394	5813	583	1385	498	364	7 781	12 037	
		Läckö	2929	1563	2940	1993	890	321	146	5 823	7 853	
		Pjungserud	3374	3126	3449	2412	1847	365	90	7 709	11 290	
		<u>Östad</u>	1943	3567	6928	3882	3566	1437	507	14 376	19 888	
Ostlig zon	Höglänt	Omberg	332	2127	4688	777	1693	734	225	7 158	10 243	
	Låglänt	Höka	2359	1294	2330	468	961	368	53	3 759	5 474	
		Normlösa	418	1886	2559	649	1291	501	20	4 498	6 904	
		Solltorp	1593	1409	2229	2262	706	816	176	5 197	7 598	
		Bergby	1045	883	2479	450	703	409	106	3 631	5 029	
Nordlig zon	Höglänt	Granan	1262	1561	5849	1195	1738	261	91	8 782	10 695	
	Låglänt	<u>Grimsö</u>	1746	4217	5684	2075	1953	1049	45	9 712	15 023	
		Hensbacka	2038	1561	7154	1520	2030	516	109	10 705	12 891	
		<u>Norr Malma</u>	1226	2848	4555	1233	522	1365	194	6 310	10 718	
		<u>Prestebakke</u>	782	2917	5416	3198	2393	717	390	11 007	15 032	

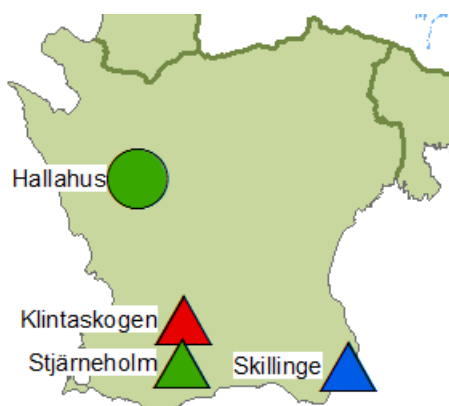
Bilaga IV Länsviss redovisning av ozonsituationen 2018

I denna bilaga redovisas resultaten sammanfattade länsviss och presenterade separat för varje mätstation. Som nämnts i rapporten tidigare rådde det under 2018 mycket speciella förhållanden med långa perioder med höga temperaturer och torka. Jämförelser mellan AOT40 från instrumentmätningar och beräknade AOT40 utifrån passiva provtagare har visat att de beräknade AOT40 för de enskilda mätplatserna med månadsvisa ozonmätningar troligen underskattats under 2018 på grund av det extrema vädret. Speciellt tydligt är detta för de låglänta platserna. Det krävs ett omfattande analysarbete för att förstå exakt vad det är som orsakar detta. Inledande analyser tyder bland annat på att spridningen av ozonhalter under dygnet (DOR), vid flertalet instrumentplatser (speciellt de låglänta) under 2018 var betydligt högre än tidigare år samtidigt som spridningen i dygnstemperatur (DTR) inte var anmärkningsvärt högt jämfört med tidigare år. Detta kan ha en avgörande betydelse för modellens förutsägingar av AOT40 i slutänden. Förutom att den mycket speciella sommaren har påverkat hur modellen fungerat kan även vädret ha påverkat mätningarna med passiva provtagare, inledande tester visar att det i vissa fall underskattat den faktiska ozonhalten vilket även gör att de beräknade AOT40 underskattas.

Allt detta har medfört att tolkningen för de olika länsvissa resultaten för 2018 blir något osäkra varför de länsvissa resultaten i rapporten främst tolkats utifrån de zonvisa beräkningarna. Att de zonvisa beräkningarna är mer säkra beror bland annat på att det även förekommer instrumentmätningar i samtliga zoner förutom den ostliga zonen. När det gäller den ostliga zonen kompliceras därför bilden av att inga instrumentmätningar ingår varför vi bedömer att de beräkningar utifrån passiva provtagare som gjorts i zonen troligen är underskattade.

När det gäller beräkningar av AOT40 i höglänta områden i kustzonen, den nordliga, västliga och ostliga zonen samt i låglänta områden i den ostliga zonen kompliceras bilden av att inga instrumentmätningar finns i dessa områden i respektive zon varför vi bedömer att de beräkningar utifrån passiva provtagare som gjorts för dessa områden troligen är underskattade.

IV-1 Skåne län



Skåne län tillhör i sin helhet kustzonen vad gäller den zonindelning som gjorts inom "Ozonmättnätet i södra Sverige". De mätplatser som finns representerade i länet hör till lokaltyperna kustnära, låglänt och höglänt. Det finns en gradient norrut från kustzonen mot den centrala zonen och det är troligt att förhållandena i de norra, mer skogsklädda delarna av Skåne är mer lika förhållandena i den centrala zonen.

Miljömålsuppföljning:

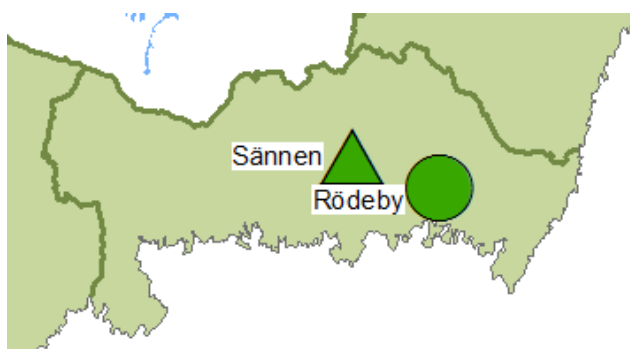
Preciseringen inom miljömålet *Frisk Luft* för ozon och växtlighet (AOT40 april-september $10\,000\ \mu\text{g m}^{-3}$ timmar) överskreds vid samtliga områden i Skåne län under 2018.

Den nu gällande miljö kvalitetsnormen för ozon och växtlighet (femårsmedelvärde av AOT40 $18\,000\ \mu\text{g m}^{-3}$ timmar, maj-juli) överskreds inte under 2018 i vare sig kustnära, höglänta eller låglänta områden i Skåne län. Om den strängare miljö kvalitetsnormen (årsmedelvärde av AOT40 $6\,000\ \mu\text{g m}^{-3}$ timmar, maj-juli), som ej bör överskridas från 2020, hade gällt redan under 2018 hade den överskridits tvdligt i samtliga områden i Skåne län 2018.

Trots att de beräknade AOT40 för de enskilda mätplatserna med månadsvisa ozonmätningar troligen underskattats under 2018 visade beräkningarna att preciseringen inom miljömålet *Frisk Luft* för ozon och växtlighet (AOT40, april-september) samt den miljö kvalitetsnorm som ska gälla från 2020 (AOT40, maj-juli) överskreds vid samtliga mätplatser i Skåne län under 2018. Den nu gällande miljö kvalitetsnormen överskreds inte, men instrumentmätningarna vid Hallahus visade att AOT40 mellan maj-juli var över $17\,000\ \mu\text{g m}^{-3}$ timmar under 2018.

Se Bilaga III, Tabell III- 4 (ozonhalter) och Tabell III- 5 (AOT40) för detaljerad information om lokalerna i Skåne län.

IV-2 Blekinge län



Blekinge län tillhör kustzonen i den zonindelning som gjorts inom "Ozonmättnätet i södra Sverige". Den enda lokaltyp som finns representerad i länet genom mätningar är låglänt och representeras av stationen Sannen, samt Rödeby, där mätning av ozonhalter sker med instrument.

Miljömålsuppföljning:

Preciseringar inom miljömålet *Frisk Luft* för ozon och växtlighet (AOT40, april-september) överskreds med stor sannolikhet vid samtliga områden i Blekinge län under 2018.

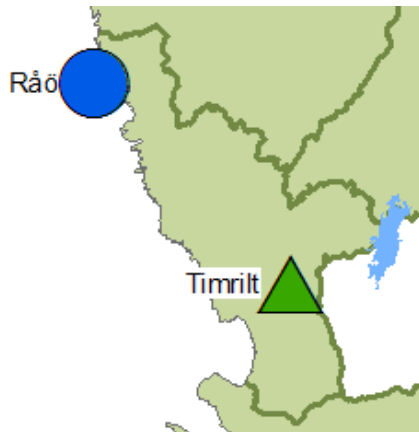
Den nu gällande miljö kvalitetsnormen för ozon och växtlighet (femårsmedelvärde av AOT40 $18\,000\ \mu\text{g m}^{-3}$ timmar, maj-juli) överskreds dock inte under 2018 i vare sig kustnära, höglänta eller låglänta områden i Blekinge län. Om den strängare miljö kvalitetsnormen, som ej bör överskridas från 2020, hade gällt redan under 2018 så hade den överskridits i samtliga områden i Blekinge län 2018.

Att de beräknade AOT40 för de enskilda mätplatserna (speciellt de låglänta) med månadsvisa ozonmätningar troligen underskattats under 2018 visade jämförelsen mellan Sannen och instrumentmätningarna vid Rödeby där AOT40, april-september och under maj-juli var betydligt lägre vid Sannen jämfört med Rödeby. De speciella förhållandena som rådde 2018 spelar en mycket stor roll för detta. Instrumentmätningarna vid Rödeby visade att både miljömålet och den miljö kvalitetsnorm som ska gälla från 2020 överskreds vid

lågglänta platser i länet under 2018. Resterande mätningar i Ozonmättnätet visade även att AOT40 under 2018 vid kustnära och lågglänta mätplatser i länet överskred miljömålet och den miljö kvalitetsnorm som ska gälla från 2020.

Se Bilaga III, Tabell III- 4 (ozonhalter) och Tabell III- 5 (AOT40) för detaljerad information om lokalerna i Blekinge län.

IV-3 Hallands län



Hallands län tillhör kustzonen och den centrala zonen i den zonindelning som gäller för "Ozonmättnätet i södra Sverige". De lokaliteter som finns representerade i länet genom mätningar är kustnära respektive lågglänta i var sin zon. Det finns en gradient österut från kustzonen mot den centrala zonen.

Miljömålsuppföljning:

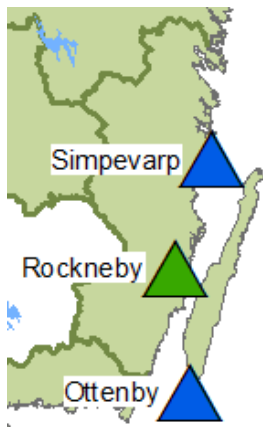
Preciseringar inom miljömålet *Frisk Luft* för ozon och växtlighet (AOT40, april-september) överskreds vid samtliga områden i Hallands län under 2018.

Den nu gällande miljö kvalitetsnormen för ozon och växtlighet (femårsmedelvärde av AOT40 18 000 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar, maj-juli) överskreds däremot inte under 2018 i vare sig kustnära, höglänta eller lågglänta områden i Hallands län. Men om den strängare miljö kvalitetsnormen, som ej bör överskridas från 2020, hade gällt redan under 2018 hade den överskridits i samtliga områden i

Trots att de beräknade AOT40 för de enskilda mätplatserna med månadsvisa ozonmätningar troligen underskattats under 2018 visade beräkningarna att preciseringar inom miljömålet *Frisk Luft* för ozon och växtlighet (AOT40, april-september) samt den miljö kvalitetsnorm som ska gälla från 2020 (AOT40, maj-juli) överskreds kraftigt vid samtliga mätplatser i Hallands län under 2018. Den nu gällande miljö kvalitetsnormen överskreds däremot inte.

Se Bilaga III, Tabell III- 4 (ozonhalter) och Tabell III- 5 (AOT40) för detaljerad information om lokalerna i Hallands län.

IV-4 Kalmar län



Kalmar län tillhör kustzonen, den centrala zonen samt i viss mån även den östra zonen i den zonindelning som har gjorts inom "Ozonmättnätet i södra Sverige". De lokaltyper som finns representerade inom Ozonmättnätet i länet via mätningar är kustnära och låglänta lokaler inom kustzonen. En gradient finns mellan de olika zonerna i länet.

Miljömålsuppföljning:

Preciseringar inom miljömålet *Frisk Luft* för ozon och växtlighet (AOT40, april-september) överskreds med stor sannolikhet vid samtliga områden i Kalmar län under 2018, möjligen undantaget låglänta platser i de delar av länet som tillhör den östliga zonen.

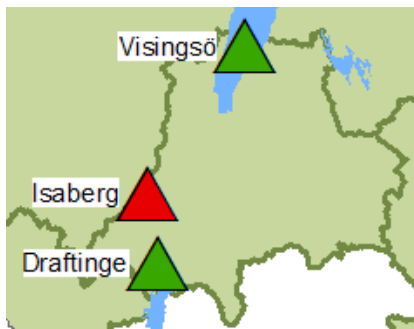
Den nu gällande miljö kvalitetsnormen för ozon och växtlighet (femårsmedelvärde av AOT40 18 000 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar, maj-juli) överskreds dock inte under 2018 i vare sig kustnära, höglänta eller låglänta områden i Kalmar län. Om den strängare miljö kvalitetsnormen, som ej bör överskridas från 2020, hade gällt redan under 2018 så hade den överskridits i samtliga områden i Kalmar län 2018, möjligen undantaget låglänta platser i de delar av länet som tillhör den östliga zonen.

Att de beräknade AOT40 för de enskilda mätplatserna (speciellt de låglänta) med månadsvisa ozonmätningar troligen underskattats under 2018 visade jämförelsen rörande kustzonen mellan mätplatserna i länet samt medelvärdet för zonen. De speciella förhållandena som rådde 2018 spelar en mycket stor roll för detta. Jämförelser mellan AOT40 från instrumentmätningar och beräknade AOT40 visade att de beräknade AOT40 troligen är underskattade. Detta medför att när det gäller tolkningen i länet anser vi att resultaten bör tolkas utifrån de zonvisa beräkningarna. Detta gäller för de delar av länet som ingår i kustzonen samt den centrala zonen. När det gäller den östliga zonen kompliceras bilden av att inga instrumentmätningar ingår i den zonen varför vi gör bedömningen att de beräkningar som gjorts troligen är underskattade, speciellt för de låglänta områdena.

Baserat på ovanstående görs bedömningen att preciseringen inom miljömålet *Frisk Luft* för ozon och växtlighet (AOT40, april-september) samt den miljö kvalitetsnorm som ska gälla från 2020 (AOT40, maj-juli) överskreds vid samtliga platser i Kalmar län under 2018, möjligen undantaget låglänta platser i de delar av länet som tillhör den östliga zonen. Den nu gällande miljö kvalitetsnormen överskred däremot inte i något område i Kalmar län under 2018.

Se Bilaga III, Tabell III- 4 (ozonhalter) och Tabell III- 5 (AOT40) för detaljerad information om lokalerna i Kalmar län.

IV-5 Jönköpings län



Jönköpings län tillhör den centrala zonen i den zonindelning som gjorts inom "Ozonmättnätet i södra Sverige". De lokaliteter som finns representerade med mätningar i länet är låglänta och höglänta.

Miljömålsuppföljning:

Preciseringar inom miljömålet *Frisk Luft* för ozon och växtlighet (AOT40, april-september) överskreds med stor sannolikhet vid samtliga områden i Jönköpings län under 2018.

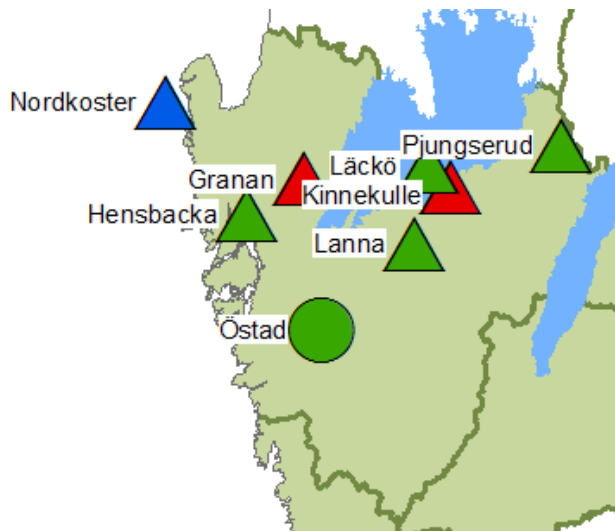
Den nu gällande miljö kvalitetsnormen för ozon och växtlighet (femårsmedelvärde av AOT40 18 000 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar, maj-juli) överskreds dock inte under 2018 i vare sig höglänta eller låglänta områden i Jönköpings län. Om den strängare miljö kvalitetsnormen, som ej bör överskridas från 2020, hade gällt redan under 2018 så hade den överskridits i samtliga områden i Jönköpings län 2018.

Att de beräknade AOT40 för de enskilda mätplatserna (s speciellt de låglänta) med månadsvisa ozonmätningar troligen underskattats, speciellt vid vissa mätplatser, under 2018 visade jämförelsen mellan Draftinge och medelvärdet för den centrala zonen. Vid Visingsö var medelvärdet på en liknande nivå som medelvärdet för zonen. AOT40 under perioderna april-september och under maj-juli var betydligt lägre vid Draftinge jämfört med medelvärdet för den centrala zonen men även med det beräknade AOT40 vid Visingsö. De speciella förhållandena som rådde 2018 spelar en mycket stor roll för detta. Detta medför att när det gäller tolkningen i länet anser vi att resultaten bör tolkas utifrån den zonvisa beräkningen.

Baserat på ovanstående görs bedömningen att preciseringar inom miljömålet *Frisk Luft* för ozon och växtlighet (AOT40, april-september) samt den miljö kvalitetsnorm som ska gälla från 2020 (AOT40, maj-juli) överskreds vid samtliga platser i Jönköpings län under 2018. Den nu gällande miljö kvalitetsnormen överskred däremot inte i något område i Jönköpings län under 2018.

Se Bilaga III, Tabell III- 4 (ozonhalter) och Tabell III- 5 (AOT40) för detaljerad information om lokalerna i Jönköpings län.

IV-6 Västra Götalands län



Västra Götalands län tillhör kustzonen, västliga zonen, nordliga zonen samt den centrala zonen i den zonindelning som gjorts inom "Ozonmättnätet i södra Sverige". De lokaltyper som finns representerade i länet är kustnära, höglänta och låglänta. En gradient finns mellan de olika zonerna i länet.

Miljömålsuppföljning:

Preciseringar inom miljömålet *Frisk Luft* för ozon och växtlighet (AOT40, april-september) överskreds med stor sannolikhet vid samtliga områden i Västra Götalands län under 2018.

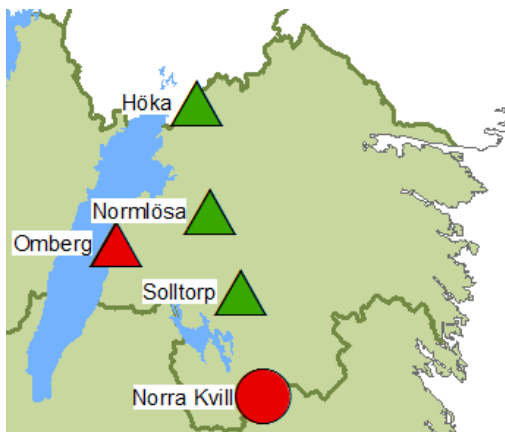
Den nu gällande miljö kvalitetsnormen för ozon och växtlighet (femårsmedelvärde av AOT40 18 000 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar, maj-juli) överskreds dock inte under 2018 i vare sig kustnära, höglänta eller låglänta områden i Västra Götalands län. Om den strängare miljö kvalitetsnormen, som ej bör överskridas från 2020, hade gällt redan under 2018 hade dock den överskridits med stor sannolikhet i samtliga områden i Västra Götalands län.

Att de beräknade AOT40 för de enskilda mätplatserna med månadsvisa ozonmätningar troligen underskattats under 2018 har jämförelser mellan AOT40 från instrumentmätningar och beräkningar av AOT40 med passiva provtagare visat. Detta medför att när det gäller tolkningen i länet anser vi att resultaten främst bör tolkas utifrån de zonvisa beräkningarna. Detta gäller för alla delar i länet oavsett om de tillhör kustzonen, den västliga zonen, den centrala zonen eller den nordliga zonen.

Baserat på ovanstående görs bedömningen att preciseringer inom miljömålet *Frisk Luft* för ozon och växtlighet (AOT40, april-september) samt den miljö kvalitetsnorm som ska gälla från 2020 (AOT40, maj-juli) överskreds vid samtliga platser i Västra Götalands län under 2018. Den nu gällande miljö kvalitetsnormen överskreds däremot inte i något område i Västra Götalands län under 2018.

Se Bilaga III, Tabell III- 4 (ozonhalter) och Tabell III- 5 (AOT40) för detaljerad information om lokalerna i Västra Götalands län.

IV-7 Östergötlands län



Östergötlands län tillhör kustzonen, den ostliga och den centrala zonen i den zonindelning som gjorts inom "Ozonmättnätet i södra Sverige". De lokaltyper som finns representerade i länet genom mätningar är höglänta och låglänta. En gradient finns mellan zonerna inom länet.

Miljömålsuppföljning:

Preciseringar inom miljömålet *Frisk Luft* för ozon och växtlighet (AOT40, april-september) överskreds med stor sannolikhet vid samtliga områden i Östergötlands län under 2018, möjligen undantaget låglänta platser i de delar av länet som tillhör den ostliga zonen.

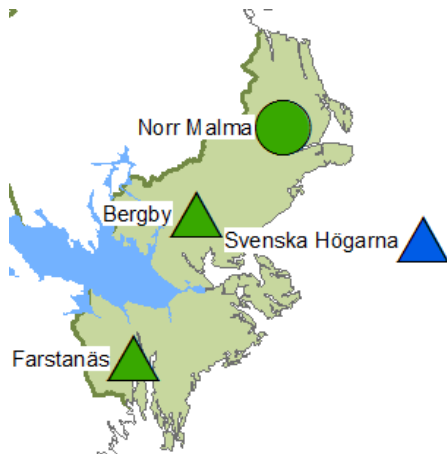
Den nu gällande miljö kvalitetsnormen för ozon och växtlighet (femårsmedelvärde av AOT40 18 000 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar, maj-juli) överskreds dock inte under 2018 i vare sig kustnära, höglänta eller låglänta områden i Östergötlands län. Om den strängare miljö kvalitetsnormen, som ej bör överskridas från 2020, hade gällt redan under 2018 så hade den överskridits i samtliga områden i Östergötlands län 2018, möjligen undantaget låglänta platser i de delar av länet som tillhör den ostliga zonen.

Att de beräknade AOT40 för de enskilda mätplatserna med månadsvisa ozonmätningar troligen underskattats under 2018 har jämförelser mellan AOT40 från instrumentmätningar och beräkningar av AOT40 med passiva provtagare visat. Detta medför att när det gäller tolkningen i länet anser vi att resultaten främst bör tolkas utifrån de zonvisa beräkningarna. Detta gäller för de delar av länet som ingår i kustzonen samt den centrala zonen. När det gäller den ostliga zonen kompliceras bilden av att inga instrumentmätningar ingår i den zonen varför vi gör bedömningen att de beräkningar utifrån passiva provtagare som gjorts troligen är underskattade, speciellt för de låglänta områdena.

Baserat på ovanstående görs bedömningen att preciseringar inom miljömålet *Frisk Luft* för ozon och växtlighet (AOT40, april-september) samt den miljö kvalitetsnorm som ska gälla från 2020 (AOT40, maj-juli) överskreds vid samtliga platser i Östergötlands län under 2018, möjligen undantaget låglänta platser i de delar av länet som tillhör den ostliga zonen. Den nu gällande miljö kvalitetsnormen överskreds däremot inte i något område i Östergötlands län under 2018.

Se Bilaga III, Tabell III- 4 (ozonhalter) och Tabell III- 5 (AOT40) för detaljerad information om lokalerna i Östergötlands län.

IV-8 Stockholms län



Stockholms län tillhör kustzonen, den ostliga och den nordliga zonen i den zonindelning som gjorts inom "Ozonmättnätet i södra Sverige". De lokaltyper som finns representerade i länet är kustnära och låglänta. En gradient finns mellan zonerna inom länet.

Miljömålsuppföljning:

Preciseringar inom miljömålet *Frisk Luft* för ozon och växtlighet (AOT40, april-september) överskreds med stor sannolikhet vid samtliga områden i Stockholms län under 2018, möjligen undantaget låglänta platser i de delar av länet som tillhör den ostliga zonen.

Den nu gällande miljö kvalitetsnormen för ozon och växtlighet (femårsmedelvärde av AOT40 18 000 $\mu\text{g m}^{-3}$ timmar, maj-juli) överskreds dock inte under 2018 i vare sig kustnära, höglänta eller låglänta områden i Stockholms län. Om den strängare miljö kvalitetsnormen, som ej bör överskridas från 2020, hade gällt redan under 2018 så hade den med stor sannolikhet överskridits i samtliga områden i Stockholms län 2018, möjligen undantaget låglänta platser i de delar av länet som tillhör den ostliga zonen.

Att de beräknade AOT40 för de enskilda mätplatserna med månadsvisa ozonmätningar troligen underskattats under 2018 har jämförelser mellan AOT40 från instrumentmätningar och beräkningar av AOT40 med passiva provtagare visat. Detta medför att när det gäller tolkningen i länet anser vi att resultaten främst bör tolkas utifrån de zonvisa beräkningarna. Detta gäller för de delar av länet som ingår i kustzonen samt den nordliga zonen. När det gäller den ostliga zonen kompliceras bilden av att inga instrumentmätningar ingår i den zonen varför vi gör bedömningen att de beräkningar utifrån passiva provtagare som gjorts troligen är underskattade, speciellt för de låglänta områdena.

Baserat på ovanstående görs bedömningen att preciseringer inom miljömålet *Frisk Luft* för ozon och växtlighet (AOT40, april-september) samt den miljö kvalitetsnorm som ska gälla från 2020 (AOT40, maj-juli) med stor sannolikhet överskreds vid samtliga platser i Stockholms län under 2018, möjligen undantaget låglänta platser i de delar av länet som tillhör den ostliga zonen. Den nu gällande miljö kvalitetsnormen överskreds däremot inte i något område i Stockholms län under 2018.

Se Bilaga III, Tabell III- 4 (ozonhalter) och Tabell III- 5 (AOT40) för detaljerad information om lokalerna i Stockholms län.

IV-9 Övriga mätstationer

Asa, Prestebakke och Grimsö ligger utanför de län som innefattas av "Ozonmättnätet i södra Sverige". Mätningarna används dock för metodutveckling och TinyTags sätts upp i ozonmättnätets regi. Se Bilaga III, Tabell III- 4 (ozonhalter) och Tabell III- 5 (AOT40) för detaljerad information om övriga mätstationer.





IVL Svenska Miljöinstitutet AB // Box 210 60 // 100 31 Stockholm
Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se