



Fakta 2017:4



Länsstyrelsen
Stockholm

Publiceringsdatum
2017-03-07

ISBN: 978-91-7281-726-5

Kontakt Länsstyrelsen
Avdelningen för miljö

Telefon: 010-223 10 00
stockholm@lansstyrelsen.se

Författare
Kristina Eneroth
Östra Sveriges
Luftvårdsförbund
LVF 2016:40
www.slb.nu

Denna publikation finns bara i pdf.
www.lansstyrelsen.se/stockholm

Foto: Östra Sveriges Luftvårdsförbund.

Kvävedeposition i Stockholm län år 2015

JÄMFÖRELSE MELLAN MODELLERAT KVÄVENEDFALL OCH MÄTNINGAR AV KVÄVE I MOSSA

På uppdrag av Länsstyrelsen i Stockholms län har Östra Sveriges Luftvårdsförbund modellberäknat deposition av kväve i Stockholms län år 2015 och jämfört resultatet med uppmätta halter av kväve i mossa. Provtagningen i mossa har genomförts under år 2015 på totalt 52 lokaler i Stockholm län av IVL Svenska Miljöinstitutet AB och Länsstyrelsen i Stockholms län.

Både modellberäkning och mätning innehåller stora osäkerheter och de båda metoderna visade på en låg korrelation i jämförelse. Modellberäkningarna visar i vissa fall lägre, och i vissa fall högre nedfall av kväve. Vidare studier behövs förmödligen för att minska osäkerheterna i metoderna om provtagning av mossa ska kunna användas för att kartera kvävedepositionen.

Länsstyrelsen tackar Stockholms läns landsting som möjliggjort undersökningen genom ett bidrag från Miljöanslaget.



Insamlingsprov av mossa. Foto: Henrik Larsson.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	4
INLEDNING	6
Utsläppskällor för luftburet kväve.....	6
Nedfall av kväve.....	7
BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR.....	7
Torrdeposition	7
Nitratkväve	7
Ammoniumkväve	8
Våtdeposition	8
RESULTAT	10
Beräknad våtdeposition av kväve år 2015.....	10
Beräknad totaldeposition av kväve år 2015.....	12
Jämförelse mellan modellerat kvävenedfall och mätningar av kväve i mossa.....	13
OSÄKERHET I MODELLBERÄKNINGARNA.....	17
SAMMANFATTNING OCH DISKUSION	18
REFERENSER.....	19

Sammanfattning

På uppdrag av Länsstyrelsen i Stockholms län har SLB-analys beräknat deposition av kväve i Stockholms län år 2015. Den beräknade depositionen av kväve har jämförts med uppmätta halter av kväve i mossa. Provtagning i mossa har genomförts under år 2015 på totalt 52 lokaler i Stockholm län av IVL Svenska Miljöinstitutet AB.

Modellberäknat kvävenedfall år 2015

Luftburet kväve består i huvudsak av nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$) och ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$). Utsläpp från vägtrafiken är den dominerande källan till $\text{NO}_3\text{-N}$ i Stockholms län. Utsläppen av $\text{NH}_4\text{-N}$ härrör framförallt från vägtrafik, energisektorn, jordbruk samt avlopp och avfall.

Det totala nedfallet av kväve omfattar såväl torrt som vått nedfall. Våtdeposition innebär att $\text{NO}_3\text{-N}$ och $\text{NH}_4\text{-N}$ i luften deponeras via nederbördens urtvätning av regn och moln, medan torrdeposition avser de föroreningar som fastnar på exempelvis trädkronor och sköljs ned med nederbördens urtvätning. Beräkningarna av torrdepositionen av $\text{NO}_3\text{-N}$ har gjorts med hjälp av SMHI-Airviro gaussmodell, medan de torra nedfallet av $\text{NH}_4\text{-N}$ har hämtats från beräkningar gjorda av SMHI med MATCH Sverige-systemet. Även beräknad våtdeposition ($\text{NO}_3\text{-N}$ och $\text{NH}_4\text{-N}$) baseras på MATCH-modellen.

Modellberäkningarna med MATCH visar att det högsta bidraget från våtdeposition förekommer i de sydvästra delarna av länet, för att sedan avta mot nordost. Vad gäller den beräknade torrdepositionen av $\text{NO}_3\text{-N}$ är den som störst i centrala delarna av Stockholm och längs med de stora vägarna, där utsläppen är som störst. Utsläppen från $\text{NH}_4\text{-N}$ är till stor del lokaliserad till jordbruksområden, och MATCH-modellen beräknar det högsta torra nedfallet av $\text{NH}_4\text{-N}$ i sydvästra delen av länet.

Den kritiska belastningsgränsen för övergödande kväve för Sveriges barrskogar ligger på 5 kg N per hektar och år. Denna gräns överskrids i stora delar av länet. I medeltal är depositionen på landyta ca 6 kg kväve per hektar och år. På vattenyta (hav och sjöar) deponeras i medeltal ca 4 kg kväve per hektar och år. Deposition över 10 kg per hektar förekommer i de centrala delarna av Stockholm och längs de mest trafikerade vägarna. Den totala depositionen inom Stockholms län år 2015 är beräknad till ca 6 900 ton kväve, varav ca 4 000 ton deponeras på land och ca 2 900 ton på vattenyta. Torrdepositionen står för drygt 40 % av den totala depositionen i länet.

Både beräkningarna med SMHI-Airviro gaussmodell och SMHI Sverige-systemet är behäftade med stora osäkerheter. För att minska dessa osäkerheter har den modellerade depositionen jämförts med uppmätt deposition vid stationer inom Krondropsnätet samt Stockholm Stads mätstation vid Kanaanbadet i Stockholm.

Jämförelse mellan modellerat kvävenedfall och uppmätt kväve i mossa

Det modellerade kvävenedfallet jämfördes även med resultat från provtagning av kväve i mossa i Stockholm län år 2015. Resultaten från provtagning i mossan fås som mg N per kg mossa alternativt som viktprocent kväve i mossan. För att kunna jämföra mossmätningarna med modellerat kvävenedfall räknades viktprocent

kväve om till kg N/ha/år enligt Harmens et al., 2011: kväveinnehåll i mossa (%) = $0,62 + 0,067 * \text{kvävenedfall (kg/ha/år)}$. Denna metod innehåller stora osäkerheter. Jämförelsen visade på låg korrelation mellan modellberäknad totaldeposition av kväve och uppskattad uppmätt kväveinnehåll i mossa. Jämfört med mossmätningarna visade modellberäkningarna i vissa fall lägre, och vissa fall högre nedfall av kväve.

Inledning

Länsstyrelsen i Stockholms län har gett SLB-analys i uppdrag att beräkna deposition av kväve i Stockholms län. Den beräknade depositionen av kväve jämförs även med uppmätta halter av kväve i mossan. Provtagnings i mossan har genomförts under år 2015 på totalt 52 lokaler i Stockholm län av IVL Svenska Miljöinstitutet AB [2].

Regeringen har fastställt fyra preciseringar av miljökvalitetsmålet Bara naturlig försurning varav ett rör påverkan genom atmosfäriskt nedfall: Nedfallet av luftburna svavel- och kväveföreningar från svenska och internationella källor medför inte att den kritiska belastningen för försurning av mark och vatten överskrids i någon del av Sverige.

Utsläppskällor för luftburet kväve

Luftburet kväve består i huvudsak av nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$) och ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$). I länet är den dominerande källan till $\text{NO}_3\text{-N}$ utsläpp från vägtrafiken. Även sjöfarten står för ett betydande bidrag. Stora delar av sjöfartens utsläpp sker dock över hav, långt ifrån kustområdena. Andra viktiga källor till $\text{NO}_3\text{-N}$ är energisektorn och arbetsmaskiner. Utsläppen av $\text{NH}_4\text{-N}$ härrör framförallt från vägtrafik, energisektorn, jordbruk samt avlopp och avfall. Utsläppen från jordbrukssektorn kommer i huvudsak från djurhållning, men även användning av handelsgödsel till utsläpp av ammoniak bidrar. Påverkan på kvävedepositionen lokalt på ammoniakutsläpp från djurhållning och handelsgödselanvändning är sannolikt begränsad till områden nära utsläppen, där tillförseln med gödsel är väsentligt högre än nedfallet från luften. Intilliggande skogsområden kan dock få betydande tillskott av kväve på grund av dessa aktiviteter. Tabell 1 visar en sammanfattning av utsläpp av $\text{NO}_3\text{-N}$ och $\text{NH}_4\text{-N}$ från olika utsläppssektorer i Stockholms län. Siffrorna är hämtade från Naturvårdsverket [3].

Tabell 1. Utsläpp av nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$) och ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) i Stockholm län år 2013 [3].

Sektor	$\text{NH}_3\text{-N}$ (ton/år)	$\text{NO}_x\text{-N}$ (ton/år)
Vägtrafik	330	6 920
Energi	150	3 800
Arbetsmaskiner	< 1	2 550
Inrikes sjöfart	1	1 040
Inrikes flygfart	-	110
Internationell sjöfart och flygfart	2	5 760
Jordbruk	900	200
Avfall och avlopp	470	< 1
Övriga utsläpp	4	350
Totalt	1 850	20 730

Nedfall av kväve

Det totala nedfallet av kväve omfattar såväl torrt som vått nedfall. Våtdeposition innebär att NO₃-N och NH₄-N i luften deponeras via nederbördens efter urtvättning av regn och moln, medan torrdeposition avser de föroreningar som fastnar på exempelvis trädkronor och sköljs ned med nederbördens.

Beräkningsförutsättningar

Torrdeposition

Nitratkväve

Beräkningarna av torrdeposition av nitratkväve har gjorts med hjälp av SMHI-Airviro gaussmodell [4]. Utöver denna modell har också SMHI-Airviro vindmodell använts för att generera ett representativt vindfält över gaussmodellens beräkningsområde. Vindmodellen genererar ett representativt vindfält över hela beräkningsområdet. Indata till modellen är en klimatologi som baserats på en 50 m hög mast i Högdalen i Stockholm under perioden 1993-2010. Mätningarna inkluderar horisontell och vertikal vindhastighet, vindriktning, temperatur, temperaturdifferensen mellan tre olika nivåer och solinstrålning. Vindmodellen tar även hänsyn till variationerna i lokala topografiska förhållanden.

SMHI-Airviro gaussiska spridningsmodell har använts för att beräkna den geografiska fördelningen av luftföroreningshalter två meter ovan öppen mark. I områden med tätbebyggelse representerar beräkningarna halter två meter ovan taknivå. En variabel gridstorlek, dvs. storleken på beräkningsrutorna, har använts för beräkningarna, vilket innebär hög upplösning nära utsläppskällor och låg upplösning i områden utan lokala utsläpp. Haltbidraget från källor utanför länet har erhållits genom mätningar. För att beräkna torrdeposition har antagits en genomsnittlig depositionshastighet för hela Stockholms län.

Utsläppsdata av nitratkväve som använts som indata för beräkningarna med gaussmodellen, baseras på Östra Sveriges Luftvårdsförbunds emissionsdatabas för år 2013 [5]. Där finns detaljerade beskrivningar av utsläpp från bl.a. vägtrafiken, energisektorn, industrin och sjöfarten. I Stockholmsregionen är vägtrafiken den största källan till nitratkväve. Dessa utsläpp är beskrivna med emissionsfaktorer år 2015 för olika fordons- och vägtyper enligt HBEEFA-modellen (ver. 3.2). Det är en europeisk emissionsmodell för vägtrafik som har anpassats till svenska förhållanden [6]. Trafiksammansättningen avseende fordonsparkens avgasreningsgrad (olika euroklasser) gäller för år 2015. Fordonens utsläpp av avgaspartiklar och kväveoxider kommer att minska i framtiden beroende på kommande skärpta avgaskrav som beslutats inom EU. Den förväntade ökade dieselandelen kommer dock att dämpa minskningen. Utsläppen från arbetsmaskiner har inte tagits med i beräkningen dels p g a mycket stor osäkerhet i storleken på utsläppen, dels p g a svårigheter att placera utsläppen geografiskt och tidsmässigt i databasen. Vad gäller deposition och halter i luften har dock sannolikt arbetsmaskinernas utsläpp endast begränsad lokal betydelse under begränsade perioder och påverkar därmed inte den samlade bilden.

Ammoniumkväve

För beräkning av torrdeposition av ammoniumkväve har halter hämtas från beräkningar utförda av SMHI med MATCH Sverige-systemet [7, 8]. Systemet består i stora drag av tre olika modeller. Dessa är MATCH Europa, 2dvar-analys samt MATCH Sverige. Beräkningarna har en upplösning på 20 km x 20 km. De indata som används i MATCH Sverige-systemet är emissionsdata från SMED (Svenska MiljöEmissionsData) [9], ShipAir [10] och EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) [11], markanvändningsdata samt mätdata från IVL Svenska Miljöinstitutet och NILU (Norsk institutt for luftforskning).

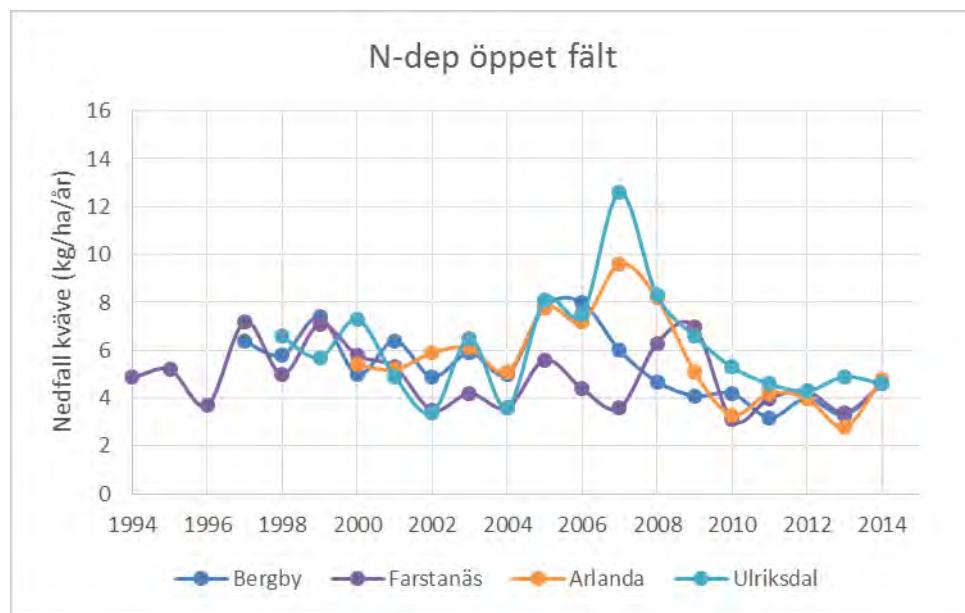
Beräknat torrt nedfall av ammoniumkväve hämtades från MATCH Sverige istället för SMHI-Airviro gaussmodell p g a brister vad gäller utsläpp av NH₄-N i Östra Sveriges Luftvårdsförbunds emissionsdatabas. T ex finns inga utsläpp från djurhållning från Stockholms stad inlagda i emissionsdatabasen. För övriga kommuner är utsläppen från djurhållning inlagda antingen som areakällor på enskilda gårdar eller som en enda areakälla mitt i varje kommun. Då gäller torrdeposition och halter i luften av kväve har utsläppen av nitratkväve större inverkan då dessa utsläpp är mycket större jämfört med utsläppen av NH₄-N.

Våtdeposition

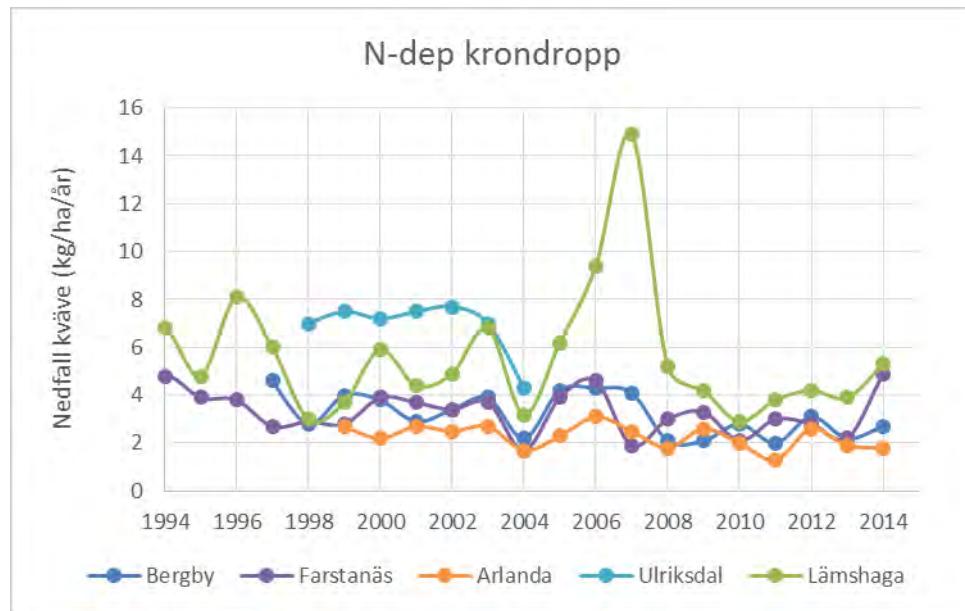
För beräkning av våtdeposition har halter hämtas från MATCH Sverige-systemet med en upplösning på 20 km x 20 km [7, 8]. Dessa halter har jämförts med de depositions mätningar som utförs av Stockholms Stad vid Kanaanbadet samt IVL Svenska Miljöinstitutet mätningar inom Krondroppsnätet [12]. Stockholms Stad utför även depositions mätningar i taknivå på Sveavägen. P g a renoveringsarbeten har nederbördssinsamlaren varit ur drift under långa perioder de senaste åren, varför inga data från Sveavägen redovisas i denna rapport.

Figur 1 och 2 visar mätningar av kvävenedfall med nederbörd över öppet fält respektive som krondropp inom Krondroppsnätet för åren 1994-2014. Data visas för de sex lokaler i Stockholms län som var aktiva under år 2014. Vid Ulriksdal finns bara mätningar över öppet fält sedan 2005, och vid Lämshaga mäts endast krondropp. Mätningarna både vid Ulriksdal och Lämshaga avslutades i december 2014, medan Bergby, Farstanäs och Arlanda fortfarande är aktiva stationer.

På öppen mark är torrdepositionen förhållandevise liten, medan den i skogsmark är betydande eftersom torrdepositionen fastnar på träden. Detta gör att nedfallet i skogsmark, via krondropp, normalt är högre än nedfallet på öppet fält. Från Figur 1 och 2 kan ses att detta inte alltid är fallet. För stationerna i Stockholms län är överlag uppmätt kväve i krondropp lägre än uppmätt kvävenedfall på öppen mark. Detta beror på att en del av kvävet fastnar i trädskonorna och tas upp direkt av träden. För att få ett mått på torrdepositionen av kväve krävs mätningar med sk strängprovtagare. Denna typ av mätningar görs inte på någon av de aktiva lokalerna inom Krondroppsnätet i Stockholm län. I denna rapport har vi endast använt mätdata från kvävenedfall med nederbörd över öppet fält. Detta för att få en indikation av mängden kväve från våtdeposition, för att kunna jämföra med modellberäknad våtdeposition från MATCH-modellen.



Figur 1. Uppmätt kvävenedfall med nederbörd över öppet fält för åren 1994-2014.

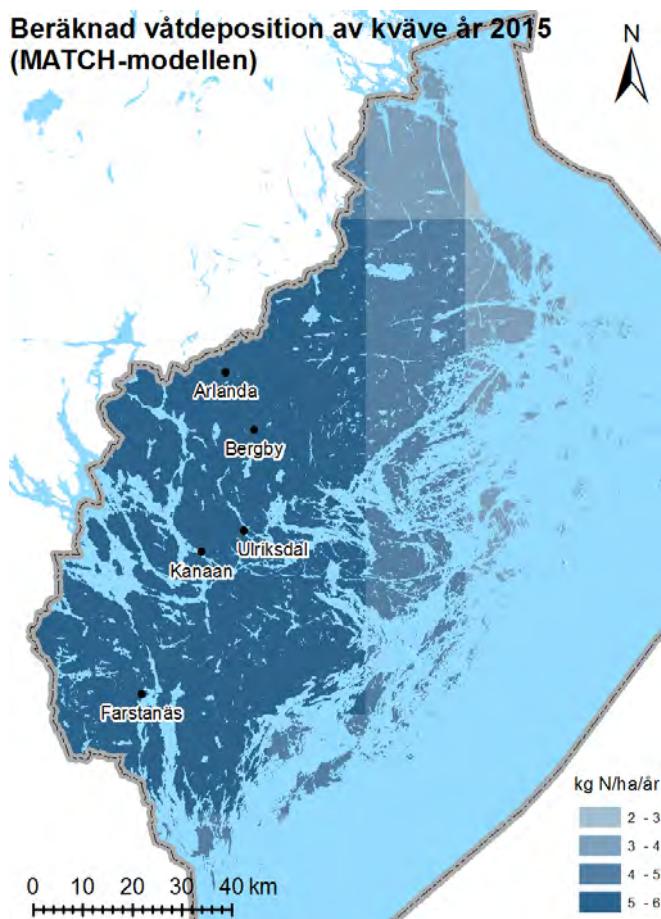


Figur 2. Uppmätt kvävenedfall som krondropp för åren 1994-2014.

Resultat

Beräknad våtdeposition av kväve år 2015

Figur 3 visar beräknad våtdeposition från MATCH-modellen år 2015 [7, 8]. I figuren visas även stationer för depositions mätningar inom Krondroppsnätet samt Stockholm Stads mätstation vid Kanaanbadet [12]. Modellberäkningarna visar att det högsta bidraget från våtdeposition förekommer i de sydvästra delarna av länet, för att sedan avta mot nordost.



Figur 3. Beräknad våtdeposition av kväve i Stockholms län år 2015 med MATCH-modellen [7]. Halkartorna är nedladdade från SMHI's webbsida, oktober 2016 [8]. I kartan är utritat mätstationer för kvävedeposition (Stockholms Stad respektive Krondroppsnätet).

Tabell 2 visar jämförelse mellan beräknad våtdeposition med MATCH-modellen och mätningar vid Krondroppsnätets stationer och Stockholms Stads mätstation vid Kanaanbadet. De beräknade halterna av våtdeposition är högre jämfört med uppmätt nedfall på öppet fält vid Krondroppsnätets stationer. Vid Stockholms stads mätstation vid Kanaanbadet ligger beräknad våtdeposition i nivå med uppmätta kvävenedfall. Torrdeposition över öppet fält är litet, speciellt vid lokalerna i regional bakgrund där lufthalterna av kväveoxider är låg. Vid Arlanda, Bergby och Farstanäs kan antas att uppmätt nedfall i stort sett är likställt med våtdeposition. Ulriksdal och Kanaanbadet är det urbana bidraget från biltrafiken kväveutsläpp större, och torrdepositionen kan antas vara något större. Jämförelsen i tabell 2 visar att MATCH-modellen överskattar våtdepositionen jämfört med mätdata. För att

beräkna totaldepositionen av kväve har vi därför valt att minska ned de beräknade MATCH-modellerade bidraget med 1,5 kg N/ha/år.

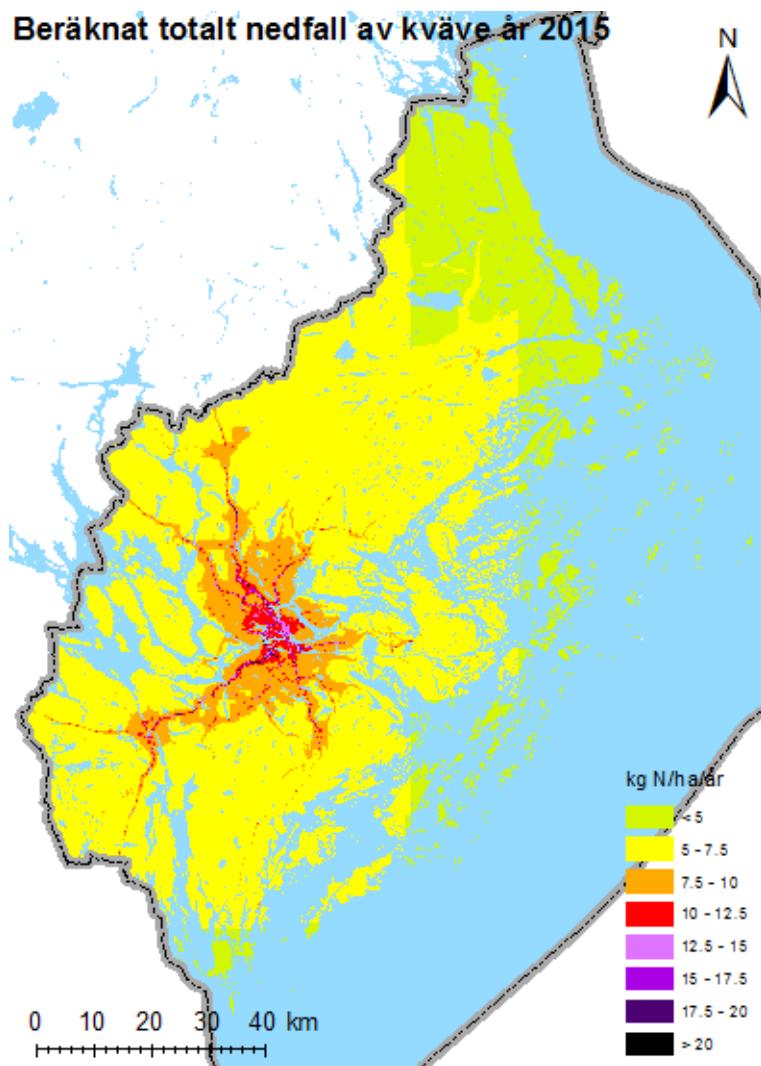
Tabell 2. Beräknad våtdeposition med MATCH Sverige-systemet år 2015 jämfört med mätningar vid aktiva stationer inom Krondroppsnätet samt Stockholm Stads mätstation vid Kanaanbadet.

	Uppmätt deposition, öppet fält (kg N/ha/år)	Beräknad våtdeposition, MATCH (kg N/ha/år)
Arlanda*	3,9	5,7
Bergby*	4,0	5,5
Farstanäs*	4,1	5,6
Ulriksdal*	4,6	5,5
Kanaan**	5,3	5,5

* Medelvärde 2012-2014, ** Medelvärde 2012-2013

Beräknad totaldeposition av kväve år 2015

Figur 4 visar beräknad totaldeposition av kväve i Stockholms län år 2015. Den kritiska belastningsgränsen för övergödande kväve för Sveriges barrskogar ligger på 5 kg N per hektar och år [13]. Denna gräns överskrids i stora delar av länet. I medeltal är depositionen på landyta ca 6 kg kväve per hektar och år. På vattenyta (hav och sjöar) deponeras i medeltal ca 4 kg kväve per hektar och år. Deposition över 10 kg per hektar förekommer i de centrala delarna av Stockholm och längs de mest trafikerade vägarna. Den totala depositionen inom Stockholms län år 2015 är beräknad till ca 6 900 ton kväve, varav ca 4 000 ton deponeras på land och ca 2 900 ton på vattenyta, se Tabell 3. Torrdepositionen står för drygt 40 % av den totala depositionen i länet.



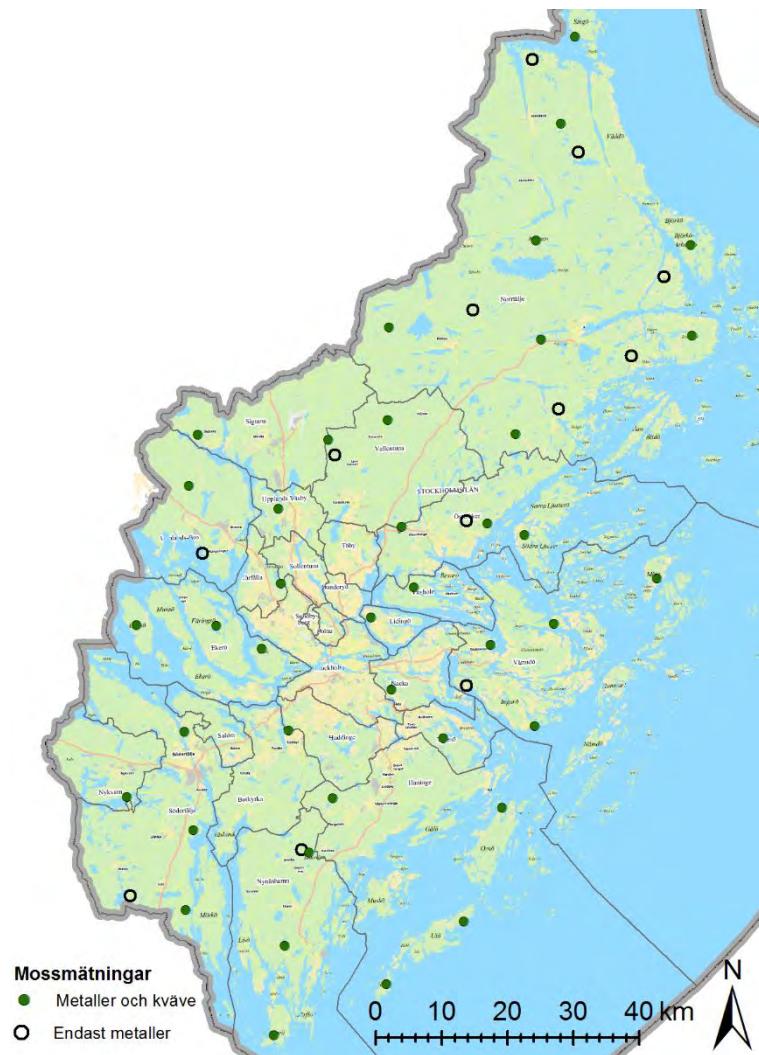
Figur 4. Beräknad totalt nedfall av kväve i Stockholms län år 2015.

Tabell 3. Beräknad torr- och våtdeposition av kväve i Stockholms län år 2015, dels uppdelat på landyta respektive vattenyta dels totalt över hela beräkningsområdet.

Område	Våtdeposition (ton)	Torrdeposition (ton)	Total deposition (ton)	Area (ha)
Landyta	2 300	1 700	4 000	657 000
Vattenyta	1 700	1 200	2 900	664 000
Hela beräkningsomr.	4 000	2 900	6 900	1 321 000

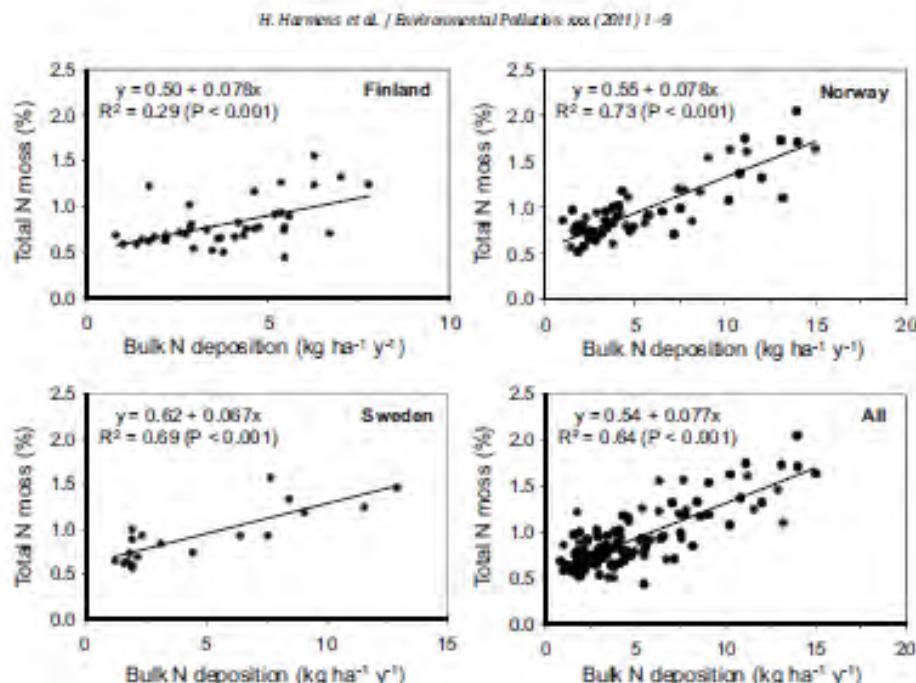
Jämförelse mellan modellerat kvävenedfall och mätningar av kväve i mossen

Figur 5 visar en karta över de 52 platser där mossprover gjordes i Stockholms län under år 2015. Vid samtliga lokaler analyserades mossans metallinnehåll, medan kväveinnehåll analyserades vid 40 av de totalt 52 provlokalerna.



Figur 5. Karta över platser där mossmätningar gjordes i Stockholms län år 2015.

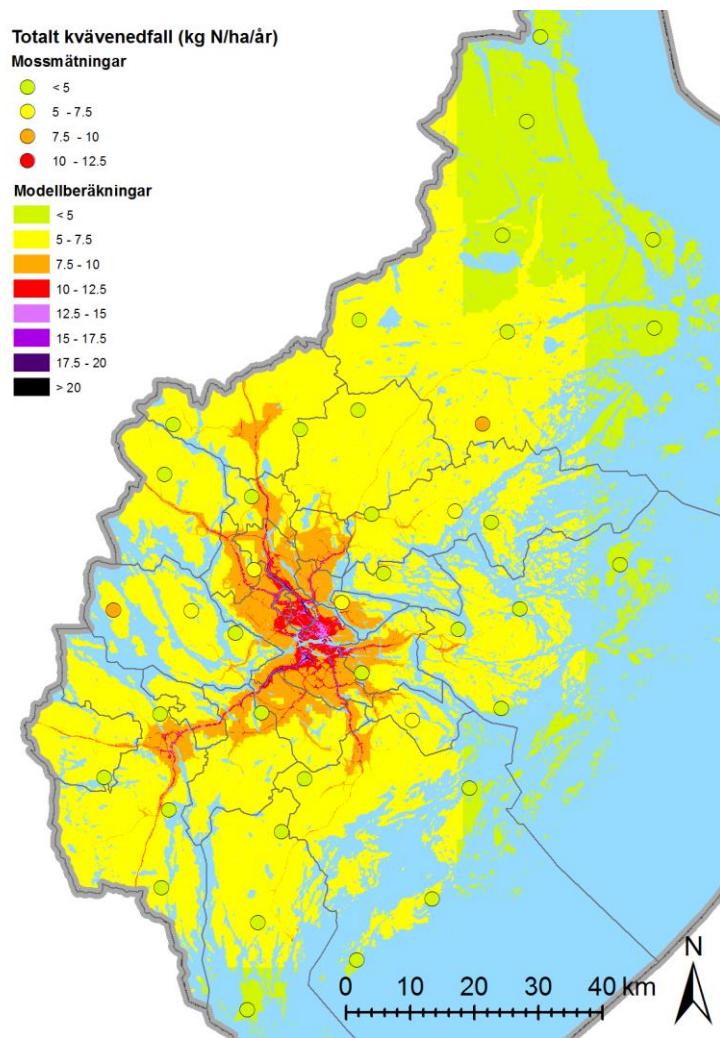
Resultaten från provtagning i mossen fås som mg N per kg mossen alternativt som viktprocent kväve i mossan. För att kunna jämföra mossmätningarna med modellerat kvävenedfall måste de räknas om till kg N/ha/år. För att göra detta användes följande samband: kväveinnehåll i mossen (%) = $0,62 + 0,067 \cdot \text{kvävenedfall}$ (kg/ha/år) från Harmens et al., 2011, se Figur 6 [14]. Sambandet baseras på mätningar av kväveinnehåll och kvävenedfall gjorda vid 20 provtagningsplatser i Sverige.



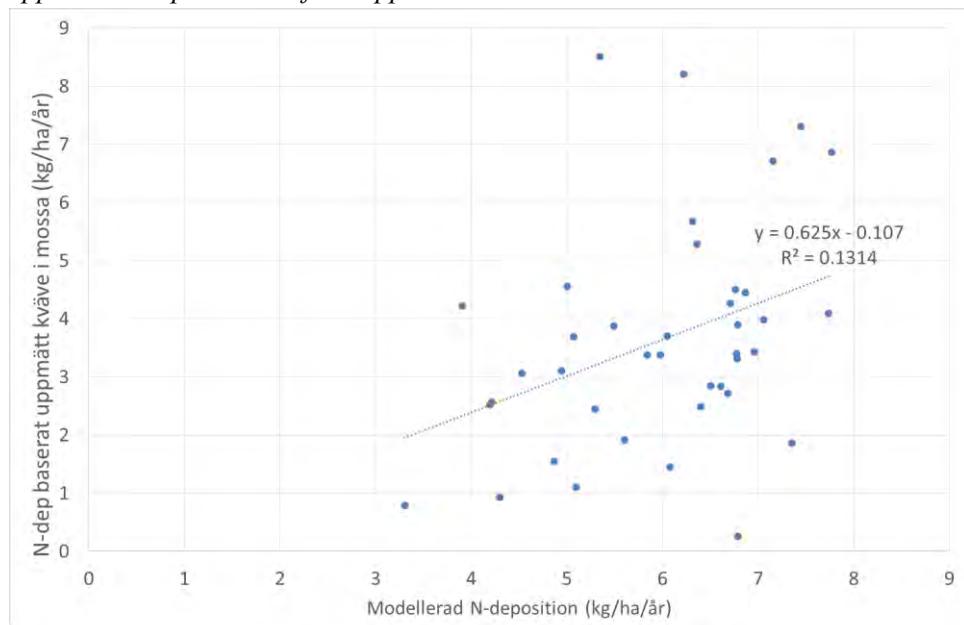
Figur 6. Uppmätt kväveinnehåll i mossen som funktion av uppmätt kvävenedfall för urval av provtagningsplatser för mossen i Finland ($n=40$), Norge ($N=60$), Sverige ($n=20$) samt för alla tre länder tillsammans ($n=120$). Nedfallsmätningar är hämtade från mätstationer närmast provtagningsplatserna för mossen. Källa: Fig.4. i Harmens et al., 2011 [14].

Figur 7 visar modellberäknad totaldeposition av kväve i Stockholms län år 2015 (samma som Figur 4) jämfört uppskattad deposition utifrån uppmätt kväveinnehåll i mossen. Korrelationen mellan modellerat kvävenedfall och uppskattat kvävenedfall baserat på kväve i mossen är låg. Figur 8 visar kvävenedfall baserat på uppmätt kväveinnehåll i mossen som funktion av modellerat nedfall. Jämfört med mossmätningarna visar modellberäkningarna i vissa fall lägre, och vissa fall högre nedfall av kväve.

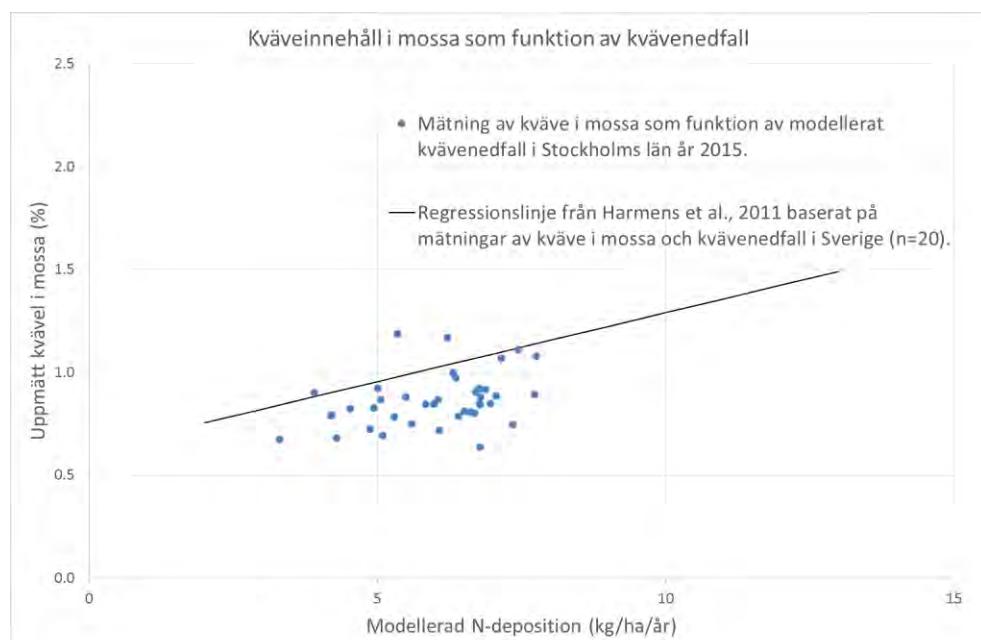
I Figur 9 visas mätningar av kväveinnehåll i mossen (%) i Stockholms län år 2015 som funktion av modellberäknat kvävenedfall. Detta för att efterlikna studien av Harmens et al 2011, se Figur 6. Jämfört med mätningarna i Harmens et al., 2011 är spridningen av data i Figur 9 inte nämnvärt större. Dock är korrelationskoefficienten i Harmens et al. 2011 högre, vilket beror att data spänner över ett större haltintervall. Metoden att räkna om uppmätt kväveinnehåll (%) i mossen till uppskattat kvävenedfall innehåller stora osäkerheter.



Figur 7. Beräknad totalt nedfall av kväve i Stockholms län år 2015 jämfört uppskattad deposition utifrån uppmätt kväveinnehåll i mossa.



Figur 8. Uppskattad deposition utifrån uppmätt kväveinnehåll i mossa som funktion av modellberäknat totalt nedfall av kväve i Stockholms län år 2015.



Figur 9. Uppmätt kväveinnehåll i mossen som funktion av modellerat kvävenedfall i Stockholms län år 2015.

Osäkerhet i modellberäkningarna

Modellberäkningar av luftföroreningshalter innehåller osäkerheter. Systematiska fel uppkommer när modellen inte på ett korrekt sätt förmår ta hänsyn till alla faktorer som kan påverka halterna. Kvaliteten på indata är en annan parameter som påverkar hur väl resultatet speglar verkligheten. Osäkerheter i emissionsdata är vanligtvis den enskilt största felkällan i modellering.

Beräkning av torrdeposition av nitratkväve har gjorts med SMHI-Airviro gaussmodell. Utsläppen av nitratkväve kommer till största del från vägtrafiken. Dessa emissioner är bra beskrivna i Östra Sveriges Luftvårdsförbunds emissionsdatabas, vilken utgör indata till beräkningarna av torrt nedfall av nitratkväve. Modellberäkningarna med SMHI-Airviro gaussmodell jämförs fortlöpande med mätningar av både luftföroreningar och meteorologiska parametrar i regionen [15]. Jämförelserna visar att beräknade halter av NO₂ gott och väl uppfyller kraven på överensstämelse mellan uppmätta och beräknade halter enligt Naturvårdsverkets föreskrift om kontroll av miljökvalitetsnormer för utomhusluft [16].

För att beräkna torrdeposition har antagits en genomsnittlig depositions hastighet för hela Stockholms län. I verkligheten varierar depositions hastigheten bl a beroende av markytans egenskaper. Högst depositions hastighet erhålls som regel för skogsområden med stor barr/blad-yta exponerad för upptag av luftföroreningar. Lägsta depositions hastigheten fås oftast för plana markytor och sjöytor. Även meteorologiska parametrar som t ex stabilitet, temperatur och markfuktighet påverkar depositions hastigheten. Mot denna bakgrund bör torrdepositionsvärdena ses som approximativa.

Beräkning av torrdeposition av ammoniumkväve samt våtdeposition och har hämtats från beräkningar med MATCH Sverige-systemet. MATCH Sverige-systemet är ett operativt system där regionalskaliga modellberäkningar och mätdata kombineras för att kartlägga och följa förändringar av halter samt deposition av luftföroreningar. Detta innebär att modellen kan ta hänsyn till samverkan mellan en rad faktorer – utsläppens variation, luftkemiska transformationer, meteorologins inverkan på spridning och utbyteshastigheter samt markanvändningens variation. Den största begränsningen och osäkerheten vad gäller beräknad deposition med MATCH Sverige-systemet är osäkerheter i ingående emissionsdata samt den grova upplösningen. Beräknad halter och deposition avser regional bakgrundsluft och kan därför inte användas direkt för att t ex kartlägga föroreningshalterna i en stad. Även som i detta fall då kartläggningen gäller ett helt län, innebär den grova upplösningen på beräkningarna att depositionen blir något missvisande.

Sammanfattning och diskussion

Modellberäkningarna med MATCH visar att det högsta bidraget från våtdeposition förekommer i de sydvästra delarna av länet, för att sedan avta mot nordost. Vad gäller den beräknade torrdepositionen av NO₃-N är som störst i centrala delarna av Stockholm och längs med de stora vägarna, där utsläppen är som störst. Utsläppen från NH₄-N är till stor del lokaliseras till jordbruksområden, och MATCH-modellen beräknar det högsta torra nedfallet av NH₄-N i sydvästra delen av länet.

Den kritiska belastningsgränsen för övergödande kväve för Sveriges barrskogar ligger på 5 kg N per hektar och år. Denna gräns överskrids i stora delar av länet. I medeltal är depositionen på landyta ca 6 kg kväve per hektar och år. På vattenyta (hav och sjöar) deponeras i medeltal ca 4 kg kväve per hektar och år. Den totala depositionen inom Stockholms län år 2015 är beräknad till ca 6 900 ton kväve, varav ca 4 000 ton deponeras på land och ca 2 900 ton på vattenyta, se Tabell 3. Torrdepositionen står för drygt 40 % av den totala depositionen i länet.

Båda beräkningarna med SMHI-Airviro gaussmodell och SMHI Sverige-systemet är behäftade med stora osäkerheter. För att minska dessa osäkerheter har den modellerade depositionen jämförts med uppmätt deposition vid stationer inom Krondroppsnätet samt Stockholm Stads mätstation vid Kanaanbadet i Stockholm.

Det modellerade kvävenedfallet jämfördes även med resultat från provtagning av kväve i mossen från totalt 40 lokaler i Stockholm län år 2015. Resultaten från provtagning i mossen fås som mg N per kg mossen alternativt som viktprocent kväve i mossan. För att kunna jämföra mossmätningarna med modellerat kvävenedfall räknades viktprocent kväve om till kg N/ha/år enligt Harmens et al., 2011: kväveinnehåll i mossen (%) = 0,62 + 0,067 * kvävenedfall (kg/ha/år). Denna metod innehåller stora osäkerheter. Jämförelsen visade på en låg korrelation mellan modellberäknad totaldeposition av kväve och uppskattad uppmätt kväveinnehåll i mossen. Jämfört med mossmätningarna visade modellberäkningarna i vissa fall lägre, och vissa fall högre nedfall av kväve.

Referenser

1. Henrik Larsson, Länsstyrelsen i Stockholm.
2. Metaller i mossa 2015. Helena Danielsson och Gunilla Pihl Karlsson. IVL Svenska Miljöinstitutet AB, 2016. Rapport C 204. ISBN 978-91-88319-07-4.
3. [http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Alla-utslapp-till-luft/](http://utslappisiffror.naturvardsverket.se>Alla-utslapp-till-luft/)
4. SMHI Airviro Dispersion:
<http://www.smhi.se/airviro/modules/dispersion/dispersion-1.6846>
5. Luftföroreningar i Östra Sveriges Luftvårdsförbund. Utsläppsdata för år 2013. Östra Sveriges Luftvårdsförbund, LVF-rapport 2016:22.
6. HBEFA-modellen, <http://www.hbefa.net/e/index.html>
7. Nationell miljöövervakning med MATCH Sverige-systemet. Ny metodik, utvärdering och resultat för åren 2012-2013. Hélène Alpfjord och Camilla Andersson. SMHI, 2015. Rapport 2015-7.
8. Kartläggning lufthalt och deposition,
<http://www.smhi.se/klimatdata/miljo/atmosfarskemi>
9. <http://www.smed.se/>
10. Segersson, D. A dynamic model for shipping emissions. Adaptation of Airviro and application in the Baltic Sea. SMHI, METEOROLOGY No 153, 2013.
11. <http://www.emep.int/>
12. <http://www.krondroppsnatet.ivl.se/>
13. Tillståndet i skogsmiljön i Stockholms län. Resultat från Krondroppsnätet t.o.m. september 2015. Gunilla Pihl Karlsson, Cecilia Akselsson, Sofie Hellsten och Per Erik Karlsson, IVL Svenska Miljöinstitutet 2016. Rapport C 161.
14. Nitrogen concentrations in mosses indicate the spatial distribution of atmospheric nitrogen deposition in Europe. H. Harmens, et al, Environmental Pollution xxx (2011), doi:10.1016/j.envpol.2011.04.041.
15. Exposure - Comparison between measurements and calculations based on dispersion modelling (EXPOSE), Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund, 2006. LVF rapport 2006:12.
16. Naturvårdsverkets föreskrifter om kontroll av miljökvalitetsnormer för utomhusluft, Naturvårdverket, NFS 2013:11.

SLB- och LVF-rapporter finns att hämta på: www.slb.nu

“

Länsstyrelsen arbetar för att Stockholmsregionen ska vara attraktiv att leva, studera, arbeta och utveckla företag i.