



Nr C 531
Juni 2020



Försurning och övergödning i Blekinge län

Resultat från Krondroppsnetet till och med 2018/19

Gunilla Pihl Karlsson, Sofie Hellsten, Per Erik Karlsson, Cecilia Akselsson



I samarbete med: Lunds universitet



Författare Gunilla Pihl Karlsson, Sofie Hellsten, Per Erik Karlsson (IVL), Cecilia Akselsson (Lunds universitet)

Medel från: Blekinge Kustvatten och Luftvårdsförbund

Fotograf framsida: Sofie Hellsten

Rapportnummer C 531

ISBN 978-91-7883-191-3

Upplaga Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© **IVL Svenska Miljöinstitutet 2020**

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

På uppdrag av Blekinge Kustvatten och Luftvårdsförbund genomför IVL Svenska Miljöinstitutet, i samarbete med Lunds universitet, mätningar av lufthalter, nedfall och markvattenkemi i Blekinge län inom Krondropps nätet.

Blekinge län har varit medlem i Krondropps nätet under lång tid och har en mätserie på 34 år. I denna rapport redovisas resultaten från mätningar under det hydrologiska året 2018/19. Ett hydrologiskt år omfattar mätningar från och med oktober till och med september påföljande år.

Årets mätningar ger, tillsammans med tidigare års mätningar, en bra bild över försurningsläget och kvävesituationen i Blekinge län. Vidare redovisas resultaten i förhållande till mätningar vid andra platser i Sverige inom Krondropps nätet. I rapporten redovisas även andra relaterade projekt samt aktuella händelser från 2018/19, som är relevanta ur Krondropps nätet synvinkel. I Bilaga 1 visas information om länets mätningar och mätplatser.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	5
1 Krondroppsnetets mätningar – var, när och hur?	6
2 Kväve och övergödning.....	9
2.1 Minskar lufthalterna av kväve?	10
2.2 Utsläppen av kväve minskar – men minskar nedfallet?	11
2.3 Tar skogen upp allt kväve?	13
3 Försurning – fortfarande ett problem?	17
3.1 Minskar lufthalterna av svaveldioxid ytterligare?	18
3.2 Fortsätter svavelnedfallet att minska?.....	18
3.3 Hur går återhämtningen från försurningen?.....	20
4 Aktuellt & notiser.....	25
4.1 Revision Försurande/Övergödande ämnen inom Programområde Luft inom Naturvårdsverket	26
4.2 Ny studie påvisar mikrokräp i nederbörd och krondropp	26
4.3 Pågående projekt där Krondroppsytor modelleras	27
4.4 Vilka effekter kan vi förvänta oss av Covid-19?.....	27
4.5 Projekt angående andel torrdeposition till provtagningsutrustning har pausats	27
4.6 Totalt nedfall av kväve och svavel på länsnivå – Specialrapport under 2019	27
4.7 Vetenskapliga artiklar 2019.....	28
5 Tack.....	28
6 Referenser.....	28
Bilaga 1. Mätplatserna i Blekinge län.....	30

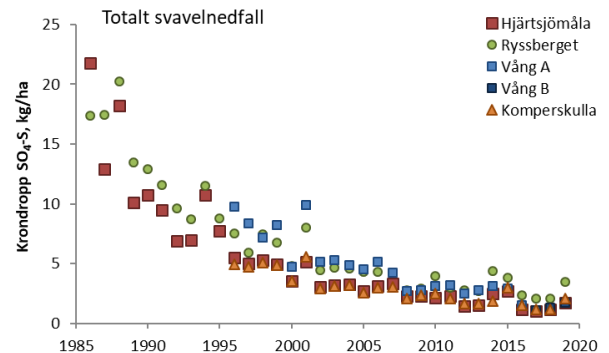
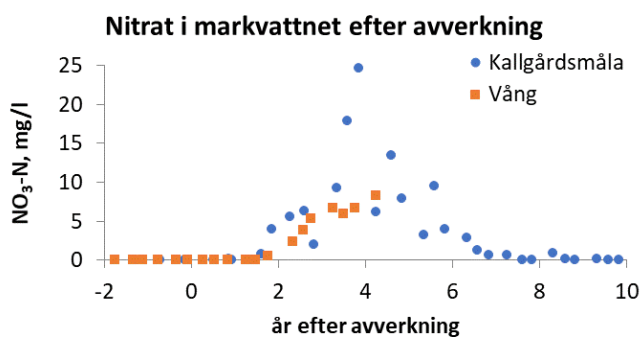
Sammanfattning

Blekinge är det län i Sverige som har längst mätserier inom Krondroppsnetet, 34 år. Under det hydrologiska året 2018/19 gjordes mätningar på fyra platser, två med bokskog, en med tall och en med gran.

Mycket kväve i markerna ger höga markvattenhalter efter avverkning

Nedfallet av oorganiskt kväve till skog i Blekinge har beräknats till mellan 8 och 12 kg per hektar för det hydrologiska året 2018/19, vilket klart överskrider den kritiska belastningsgräns som har satts för granskog i Sverige, 5 kg kväve per hektar och år. Kvävenedfallet med nederbörden vid Komperskulla har dock minskat med 42 % sedan 1996.

Halterna av nitratkväve i markvattnet är generellt mycket låga i ostörd skog i länet. Efter avverkning vid två olika granytor steg dock halterna av nitrat i markvattnet kraftigt under några års tid (se figur nedan till vänster). Detta tyder på att kväve lagras upp i skogsmarken med åtföljande risk för kväveutlakning till sjöar och vattendrag efter störningar, såsom avverkning, stormfällning eller angrepp av granbarkborre. Att kvävenedfallet minskar är viktigt för miljökvalitetsmålen *Levande skogar*, *Begränsad klimatpåverkan* och *Ingen övergödning* och *Bara naturlig försurning*.



En jämförelse av nitrathalter i markvattnet (figuren till vänster) vid två granytor i länet som avverkades, Kallgårdsmåla som avverkades år 2000 och Vång som avverkades år 2016. I bägge fallen har avverkningsåret satts till år noll. Figuren till höger visar svavelnedfall, mätt som kronddropp för samtliga mätplatser i Blekinge.

Lågt svavelnedfall men långsam återhämtning från försurning

Skogsmarken i Blekinge är fortsatt kraftigt försurad, och ca 250 av länets 900 större sjöar kalkas. Svavelnedfallet har dock minskat kraftigt i Blekinge, från omkring 20 kg per hektar i slutet på 1980-talet till drygt 2 kg per hektar under 2018/19 (se figur ovan till höger). Som en följd av ett minskat svavelinnehåll har nederbördens pH ökat med 15 % mellan 1995/96 och 2018/19.

Högt försurande nedfall under många år har i Blekinge resulterat i ett surt markvatten, med låg buffertkapacitet, lågt pH och höga halter av toxiskt oorganiskt aluminium. Fram till mitten av 2000-talet skedde en viss återhämtning från försurning, men denna har planat ut på senare tid, troligen delvis beroende på fler stormar som för med sig ett ökat nedfall av havssalt som verkar försurande. För att mark och vatten ska återhämta sig, och miljömålet *Bara naturlig försurning* ska uppnås, krävs fortsatt lågt svavelnedfall, att nedfallet av kväve inte överskrider vad skogen kan ta upp och att skogsbrukets försurningspåverkan hålls på en låg nivå.



1 Krondroppsnetets mätningar – var, när och hur?

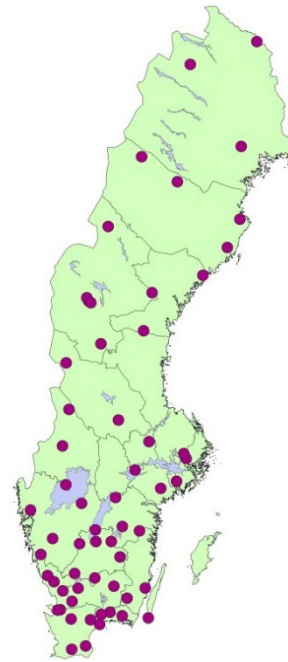
Nikkaluokta-öppet fält Fotograf: Åke Jönsson

Inom Krondroppsnetet genomfördes under det hydrologiska året 2018/19 mätningar vid 59 provytor i skog och på öppet fält fördelade över hela landet. Här mäts lufthalter, våtdeposition, torrdeposition, krondropp och markvattenkemi. Ett stort antal ämnen och parametrar mäts, däribland svavel- och kväveföreningar, som har stor betydelse för försurnings- och övergödningproblematiken.

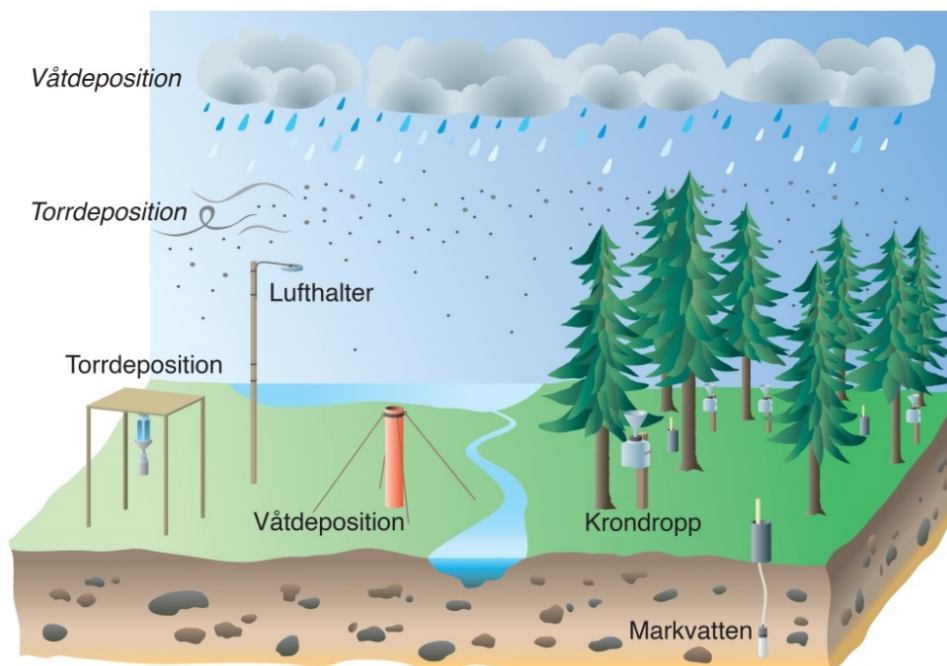
Genom åren har antalet mätplatser inom Krondroppsnetet varierat, som mest fanns i mitten av 1990-talet cirka 185 ytor. Då övervakningen sker i brukad skog har ytor flyttats vid avverkning samt efter kraftiga störningar, till exempel vid omfattande stormskador. Idag bedrivs mätningar på 59 platser i Sverige, Figur 1, och numera finns mätserier med mer än 30 års data på några ytor.

Mätningarna bedrivs både på öppet fält och i skogen under träd-kronorna, Figur 2. Nedfall och lufthalter mäts månadsvis, medan markvattenkemi mäts tre gånger om året för att representera förhållandena före, under respektive efter vegetationsperioden.

Allt arbete inom Krondroppsnetet från provtagning till kemisk analys, validering och databearbetning utförs enligt väl utarbetade rutiner, och laboratorierna innehar ackreditering för de kemiska analyserna. Detta ger en hög kvalitet på data, och garanterar att data från olika platser och från olika år är direkt jämförbara.



Figur 1. Samtliga ytor inom Krondroppsnetet 2018/19.



Figur 2. Inom Krondroppsnetet mäts lufthalter, våt- och torrdeposition samt markvattenkemi. Nedfallet mäts dels på öppet fält dels under trädkronorna som krondropp. Vissa ämnen samverkar med trädkronorna, och därför används även strängprovtagare för att kunna bestämma torrdepositionen av dessa ämnen. (Illustration: Bo Reinerdahl)

Mätningar i skogen

Under trädkronorna i skogen mäts kron-dropp, som ger ett summerat mått på både våt- och torrdeposition, vilket dock för vissa ämnen måste korrigeras för samverkan med trädkronorna. Kemin i markvattnet mäts under trädens rötter för att undersöka effekter av nedfall på skogsmarkens reaktion. Provtagningen görs med hjälp av undertrycks-lysimetrar som suger vatten i mineraljorden på 50 centimeters djup.



Foto: krondroppsprovtagare



markvattenutrustning

Mätningar på öppet fält

Våtdeposition av flera olika ämnen mäts med nederbördsprovtagare på öppet fält, där även torrdeposition mäts med hjälp av strängprovtagare. Likaså mäts lufthalterna av svavel-dioxid, kvävedioxid, ammoniak och ozon på öppet fält 3 meters höjd över marknivå på vissa platser i landet.



Foto: öppen fältprovtagare



lufthaltsprovtagare

Våt- respektive torrdeposition

Det samlade nedfallet av olika ämnen till skog involverar flera olika processer. En del av nedfallet sker via nederbörden, vilket kallas våtdeposition. En annan del sker genom att gaser och partiklar "fastnar" i trädkronorna, vilket kallas torrdeposition. Det som avsatts som torrdeposition sköljs med nederbörden till skogsmarken i form av krondropp. Krondropp ger därför i teorin ett samlat mått på summan av våt- och torrdeposition. Torrdepositionen skulle därför kunna beräknas som skillnaden mellan nedfall som krondropp och nedfall via nederbörd på öppet fält. Dock kan vissa ämnen tas upp direkt i trädkronorna, alternativt läcka ut från träd-kronorna. Detta gör att krondroppsmätningarna ger ett bra mått på det samlade nedfallet endast för ämnen som inte samverkar med trädkronorna, såsom svavel, natrium och klorid. För övriga ämnen, exempelvis kväve och baskatjoner, krävs kompletterande mätningar med strängprovtagare, för att korrekt kunna beräkna torrdepositionen.



Foto: strängprovtagare

Data från Krondroppsnetet är fritt tillgängliga från Krondroppsnetets webbplats: <http://www.krondroppsnetet.ivl.se/>. På webbplatsen finns även samtliga kontaktuppgifter.

2 Kväve och övergödning

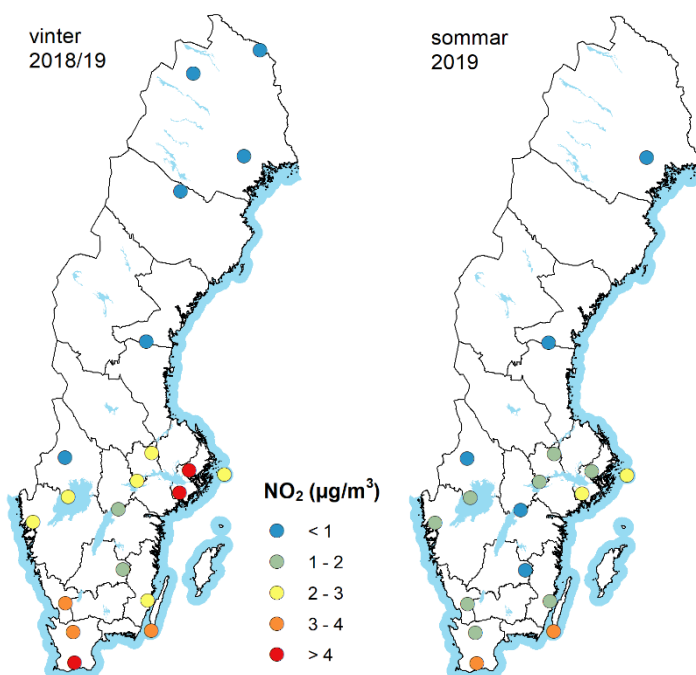
I Blekinges kustvatten är övergödning ett stort miljöproblem. Kvävenedfallet kan bidra till detta om kväve från skogsmarken börjar läcka ut till ytvatten, till exempel efter avverkning. Kvävenedfallet kan påverka både markvegetation och kvalitet hos grund- och ytvatten. Utsläpp av kväveoxider (NO_x), främst från transporter och industri, tillsammans med utsläpp av ammoniak (NH₃), främst från jordbruket, leder till kvävenedfall som kan bidra till både övergödning och försurning av mark och vatten. Övergödning av marken kan leda till en förändrad markvegetation. Det kväve som inte tas upp av skogsekosystemen, och som uppmäts som förhöjda halter av främst nitratkväve i markvattnet, kan transporteras vidare och bidra till förhöjda nitralter i grundvattnet och därmed försämrade dricksvattenkvalitet, samt övergödning av ytvatten.

Kode Fotograf: Sofie Hellsten

2.1 Minskar lufthalterna av kväve?

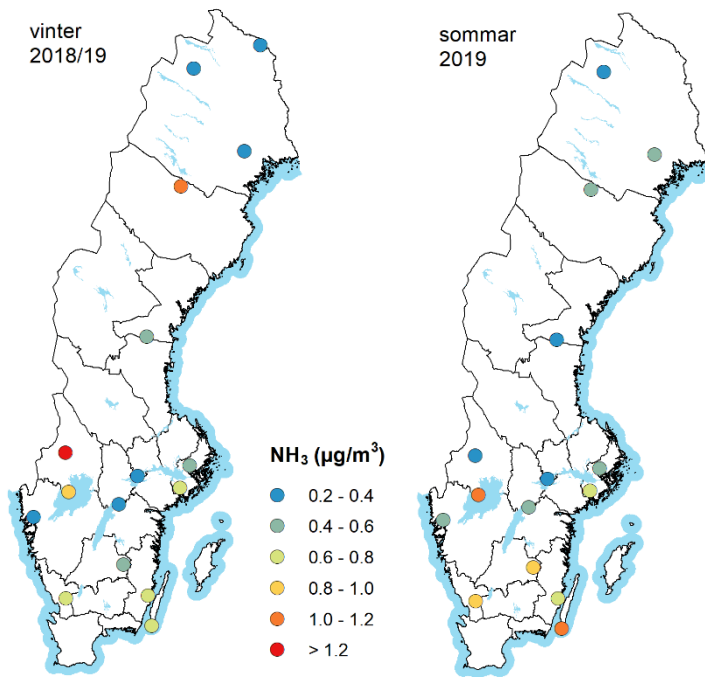
Lufthalterna av olika kväveformer kan ge en första indikation på om den lokala kvävebelastningen förändras. I Blekinge län mäts dock inga lufthalter inom Krondroppsnetet, men i Figur 3 visas kvävedioxidhalterna under vintern 2018/19 och sommaren 2019 vid alla mätplatser med lufthaltsmätningar inom Krondroppsnetet.

Under vintern uppmättes högst halter av NO₂ i Skåne- och Stockholmsregionen följt av Halland och Ölands södra udde medan lägst halter uppmättes i norra halvan av Sverige. När det gäller halter av NO₂ sommartid var mönstret över landet likartat, men uppmätta halter är generellt lägre under sommaren. Halterna av NO₂ har minskat signifikant både sommar- och vintertid vid alla mätplatser i Götaland som varit aktiva minst sedan 2001. De rapporterade utsläppen av NO_x (som NO₂) har under perioden 2001–2017 minskat med 45 % från EU-28 och med 41 % från Sverige (CEIP, 2020).



Figur 3. Lufthalter av kvävedioxid (NO₂) som medelvärden för vinter- respektive sommarhalvår vid mätstationerna inom Krondroppsnetet i Sverige. Vinterhalvåret omfattar oktober till mars och sommarhalvåret omfattar april till september.

I Figur 4 visas halterna av ammoniak (NH₃) under vintern 2018/19 och sommaren 2019 vid alla mätplatser inom Krondroppsnetet. NH₃ har en mycket hög depositionshastighet, vilket gör att det inte transporteras särskilt långt och lufthalterna i bakgrundsmiljön blir generellt låga. Högst halter uppmättes sommaren 2019 i södra Götaland och södra Svealand. Under vintern uppmättes högst ammoniakhalter vid Blåbärskullen i Värmland samt vid Högrännan i Västerbottens inland. Dessa höga halter är svårförklarade, men har förekommit till och från under flera år. Det är känt att NH₃ också kan bildas vid ofullständig förbränning av biomassa. En möjlig förklaring är därför utsläpp från småskalig vedförbränning vintertid. När det gäller mätplatser med mätserier längre än 14 år har halterna av NH₃ ökat signifikant vid fyra mätplatser, men inte minskat vid någon. De rapporterade utsläppen av NH₃ från EU-28 har minskat med 12 % under 2001–2017 och från Sverige under motsvarande period med 11 % (CEIP, 2020).

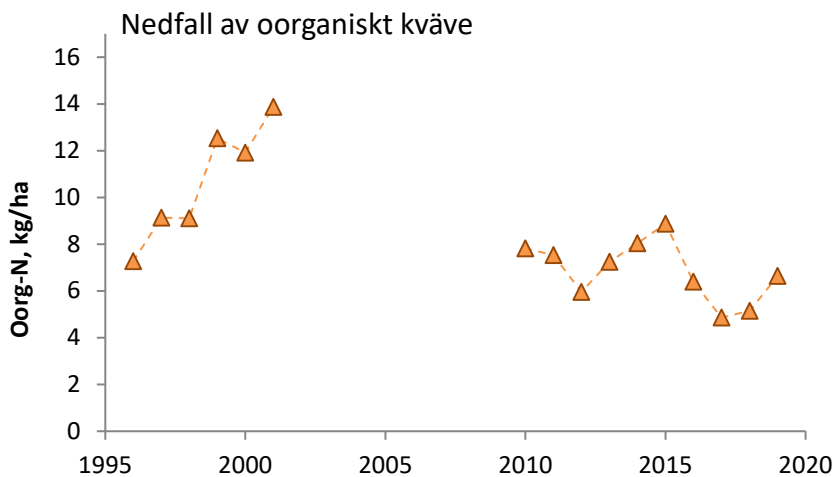


Figur 4. Lufthalter av ammoniak (NH₃) som medelvärden för vinter- respektive sommarhalvår vid mätstationerna inom Krondroppsnetet i Sverige. Vinterhalvåret omfattar oktober till mars och sommarhalvåret omfattar april till september.

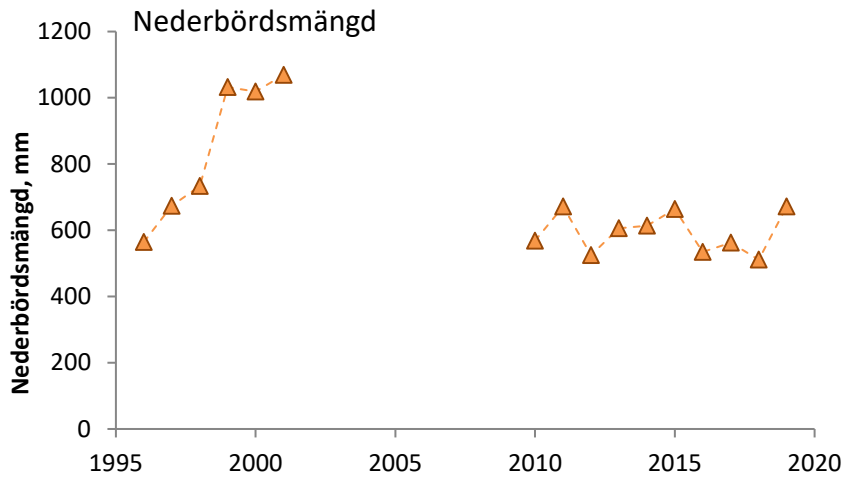
2.2 Utsläppen av kväve minskar – men minskar nedfallet?

Atmosfäriskt nedfall beror, förutom av utsläppen av förorenade ämnen, även av andra faktorer såsom nederbördsmängder och vindhastigheter. Nedfallet av oorganiskt kväve med nederbörden, vilket huvudsakligen motsvarar våtdepositionen, har vid Komperskulla under mätperioden varierat mellan 5 och 14 kg per hektar och år, Figur 5. Under det hydrologiska året 2018/19 uppmättes ett nedfall på 6,6 kg oorganiskt kväve per hektar på öppet fält. Vid Komperskulla har nedfallet av oorganiskt kväve med nederbörden minskat med 42 % sedan 1996. Som jämförelse har de rapporterade utsläppen av oorganiskt kväve (NH₃ + NO_x (som NO₂)) minskat med sammanlagt 28 % både från EU-28 och från Sverige under perioden 1997–2017 (CEIP, 2020).

Höga värden för kvävenedfallet vid millennieskiftet beror till del på att det var höga nederbördsmängder under några år (Figur 6). Nederbördsmängderna vid Komperskulla har varierat mellan 510 och 1070 mm sedan 1995/96. Under det hydrologiska året 2018/19 var nederbörden 672 mm. Nederbördsmängden har inte förändrats signifikant sedan 1996.



Figur 5. Årligt nedfall av oorganiskt kväve med nederbörden på öppet fält vid Komperskulla, baserat på hydrologiskt år.

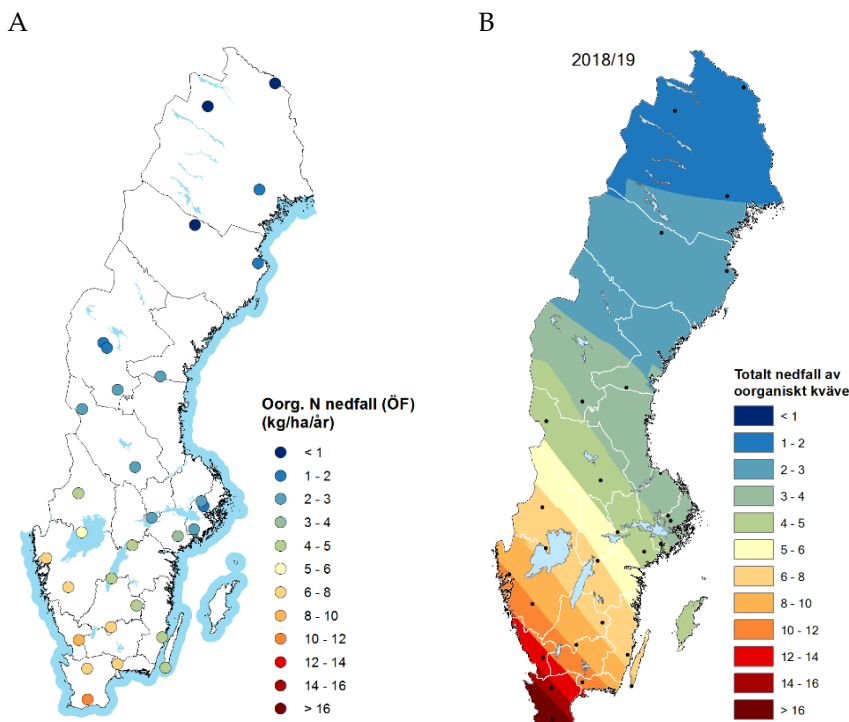


Figur 6. Uppmätta nederbörds mängder vid Komperskulla, baserat på hydrologiskt år.

Nedan visas kartor över det uppmätta kvävenedfallet med nederbörden till öppet fält (Figur 7A) respektive en geografiskt interpolerad karta över det beräknade totala nedfallet av kväve till barrskog under 2018/19 för hela landet (Figur 7B). Metoden för att beräkna det totala nedfallet av kväve till barrskog beskrivs i rapporten Karlsson m.fl. (2018a). Genom att samma färgskalor används, framgår tydligt att det beräknade totala kvävenedfallet är avsevärt högre än det som uppmäts över öppet fält.

Det beräknade årliga totala kvävenedfallet över Blekinge län låg under 2018/19 i intervallet 8–14 kg per hektar och år, med en gradient med högre nedfall i väster. Den kritiska belastningen för övergödande kväve till barrskog i Sverige, 5 kg per hektar och år (Moldan m.fl., 2011), överskreds i hela Blekinge län under 2018/19, Figur 7B, och har gjort så under mycket lång tid.

Totaldepositionen av oorganiskt kväve i Sverige under det hydrologiska året 2018/19 varierade mellan 1 kg per hektar och år i norr och 21 kg per hektar och år i sydväst, Figur 7B, vilket är betydligt högre än nedfallet på öppet fält, Figur 7A, framför allt i södra Sverige. Totaldepositionen överskred den kritiska belastningen för övergödande kväve i barrskog i hela Götaland och i sydvästra delen av Svealand under det hydrologiska året 2018/19.

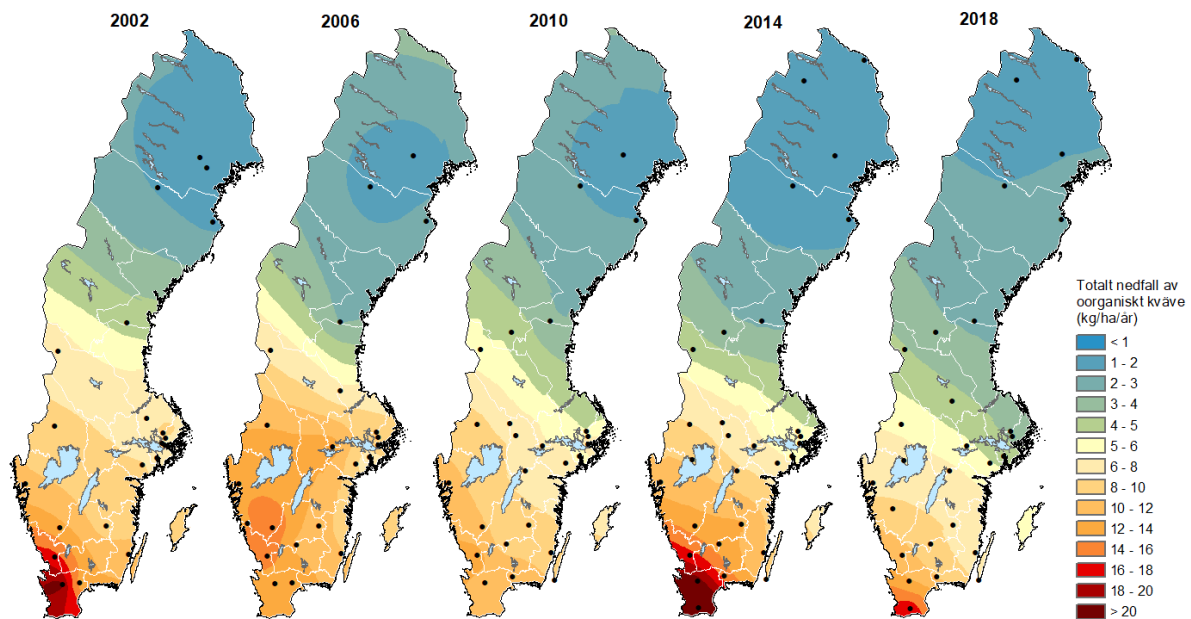


Figur 7. Nedfall av oorganiskt kväve ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$) under det hydrologiska året 2018/19.

A. Uppmätt nedfall till öppet fält.

B. En geografiskt interpolerad karta över beräknat totalt nedfall (torr- och våtdeposition). Metoden baserar sig på resultat från kombinerade mätningar av nedfall till öppet fält, nedfall som krondropp och mätningar av torrdeposition med strängprovtagare enligt metodik i Karlsson m.fl. (2018a). Interpolering har gjorts med Kriging-metodik.

Totaldepositionen av kväve finns beräknad för alla kalenderår sedan 2001 (Karlsson m.fl., 2018a samt <http://sverigemiljomal.se/miljomalen/ingen-overgodning/nedfall-av-kvave-till-barrskog/>). I Figur 8 visas kartor över totaldepositionen av kväve för perioden 2002–2018 med fyra års intervall. En trendanalys visade att det beräknade totala kvävenedfallet till barrskog i sydvästra Sverige (dit Blekinge räknades i dessa analyser) minskade signifikant under perioden 2001–2018, med cirka 30 %. Under 2014 var kvävenedfallet i sydligaste Sverige mycket högt, något vi ännu inte funnit någon förklaring till. En statistisk analys av tidstrender har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-metodik för de areaviktade länsvisa medelvärden för totalt kvävenedfall under perioden 2001–2018 (Pihl Karlsson m.fl., 2019). För Blekinge län är minskningen 30 %.



Figur 8. Nedfall av totalt oorganiskt kväve (NO₃ + NH₄) under kalenderåren 2002, 2006, 2010, 2014 samt 2018. Geografiskt interpolerade kartor över beräknat totalt nedfall (torr- och våtdeposition). Metoden baserar sig på resultat från kombinerade mätningar av nedfall till öppet fält, nedfall som krondropp och mätningar av torrdeposition med strängprovtagare enligt metodik i Karlsson m.fl. (2018a). Interpolering har gjorts med Kriging-metodik.

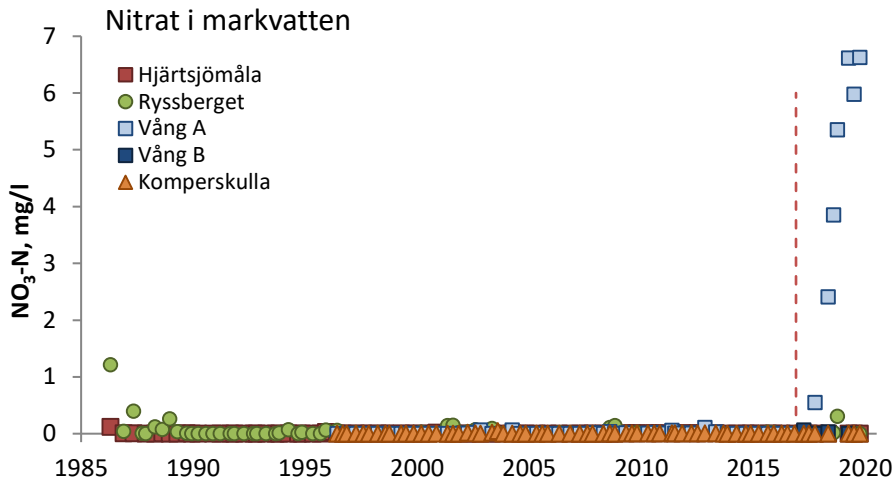
2.3 Tar skogen upp allt kväve?

I Sveriges skogar tas det mesta av tillgängligt oorganiskt kväve upp av träd, övrig vegetation samt mikroorganismer (Tamm, 1991). Läckaget av oorganiskt kväve ut från skogsmarken är därför i de flesta fall lågt. I sydvästligaste Sverige, framför allt i Skåne och Halland, har dock förhöjda halter av nitratkväve uppmätts i markvattnet på ett flertal mätplatser genom åren (Akselsson m.fl., 2010). Även i andra delar av landet finns exempel på förhöjda halter inom Krondroppsnetet, men då oftast efter störningar såsom avverkning, storm eller insektsangrepp (Hellsten m.fl., 2015; Karlsson m.fl., 2018b).

Granytan vid Vång A avverkades under hösten 2016 och ersattes därmed med en ny närliggande granyta, Vång B. Mätningarna av markvattnet vid Vång A har dock fortsatt efter avverkningen, tillsammans med nystartade mätningar i en bäck som rinner genom den avverkade ytan.

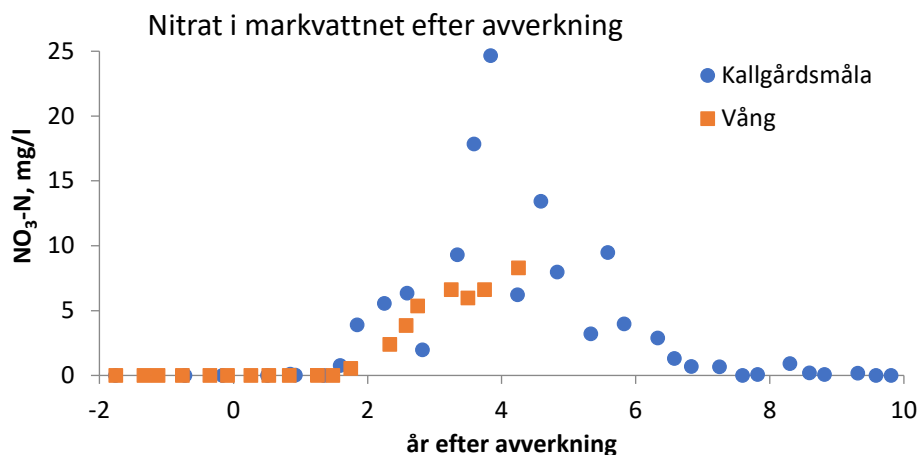
Under 2019 var nitrathalterna i markvattnet i ostörd, växande skog generellt låga på mätplatserna i Blekinge län, Figur 9. I Hjärtsjömåla och Komperskulla uppmättes inga halter över detektionsgränsen, och även i den nya ytan vid Vång B var halten nära detektionsgränsen. Vid Ryssberget, men även Vång A (före

avverkningen), har dock tidvis något förhöjda nitrathalter i markvattnet förekommit, vilket indikerar att kväve åtminstone periodvis finns i överskott i skogsmarken.



Figur 9. Nitrathalter i markvattnet vid länets ytor. Markvattnet provtas normalt tre gånger årligen, före, under och efter växtsäsongen. Vissa provtillfällen kan saknas när det varit torrt i marken. En vertikal streckad röd linje visar tidpunkt när granytan Vång A avverkades.

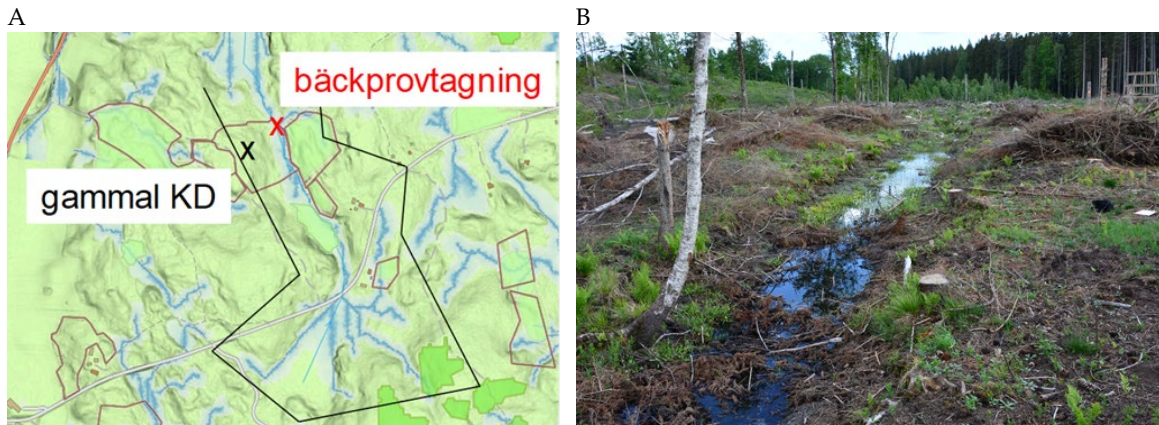
Halterna av nitrat i markvattnet steg kraftigt vid Vång A året efter avverkning, Figur 9. En episod med kraftigt förhöjda nitratkvävehalter i markvattnet brukar inträffa efter en avverkning i södra Sverige (Akselsson m.fl., 2004). Det är intressant att jämföra halterna av nitrat i markvattnet vid Vång A med motsvarande halter vid en tidigare avverkad granyta i länet, Kallgårdsmåla (Figur 10). Kallgårdsmåla ligger i inlandet i den nordöstra delen av Blekinge län och den granytan avverkades år 2000. I Figur 10 har avverkningsåren satts till år noll, både för Vång och för Kallgårdsmåla. Det är stora likheter i tidsförloppen för halterna av nitrat i markvattnet efter avverkning. Vid båda platserna ökade nitrat i markvattnet i slutet av året efter avverkningen. Då ökade även halterna av ammonium tillfälligt vid båda platserna (data visas ej). Tredje året efter avverkning steg halterna ytterligare, särskilt kraftigt vid Kallgårdsmåla, men detta syns ännu inte vid Vång, där halterna under tredje året (2019) legat relativt konstant. Fortsatta mätningar vid Vång får visa om halterna kommer att stiga ytterligare.



Figur 10. En jämförelse av nitrathalter i markvattnet vid de två granytorna i länet som avverkats, Kallgårdsmåla som avverkades år 2000 och Vång som avverkades år 2016. I båda fallen har avverkningsåret satts till år noll.

Sammantaget visar mätningarna av markvatten i Blekinge län att kvävenedfallet ännu inte gett upphov till något betydande läckage av nitrat till markvattnet i ostörd, växande skog. Efter avverkning ökar dock halterna av nitrat i markvattnet kraftigt och förloppet med ökande halter av nitrat efter avverkning såg likartat ut vid två olika granytor i länet, vilket tyder på att detta kan vara ett generellt fenomen i den här delen av Sverige.

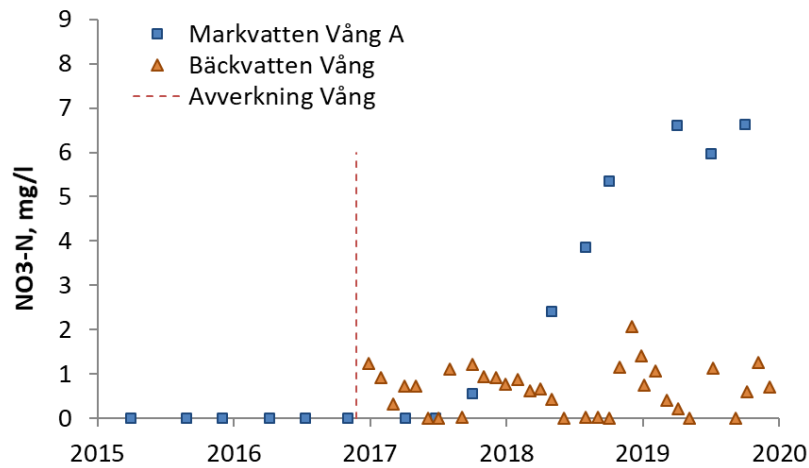
Förhöjda halter av nitrat i markvattnet kan påverka halterna av nitrat i grundvattnet och på sikt även i närliggande ytvatten. En möjlighet att undersöka detta gavs vid granytan i Vång. I östra delen av det avverkade området passerar en bäck, som dock har ett betydande stort avrinningsområde uppströms det avverkade området (Figur 11). En grov uppskattning är att i storleksordningen 10–15 % av bäckens avrinningsområde, summerat uppströms och inklusive det avverkade trädbeståndet vid Vång A, avverkades 2016.



Figur 11. En beskrivning av mätningarna av markvatten och bäckvatten vid Vång A, en granskog som avverkades i oktober 2016. A, En karta som visar positionerna för provtagning av markvatten (svart kryss) och bäckvatten (rött kryss). Bruna linjer visar avgränsningar för avverkade områden. En svart linje visar den uppskattade avgränsningen för avrinningsområdet som tillför vatten till bäcken där provtagningen skedde. Kartan har hämtats från Skogsstyrelsens "Skogliga Grunddata". B, Ett fotografi av bäcken vid punkten där provtagningen av bäckvattnet gjordes. Fotografiet är taget från norr mot söder. Fotograf: Per Erik Karlsson.

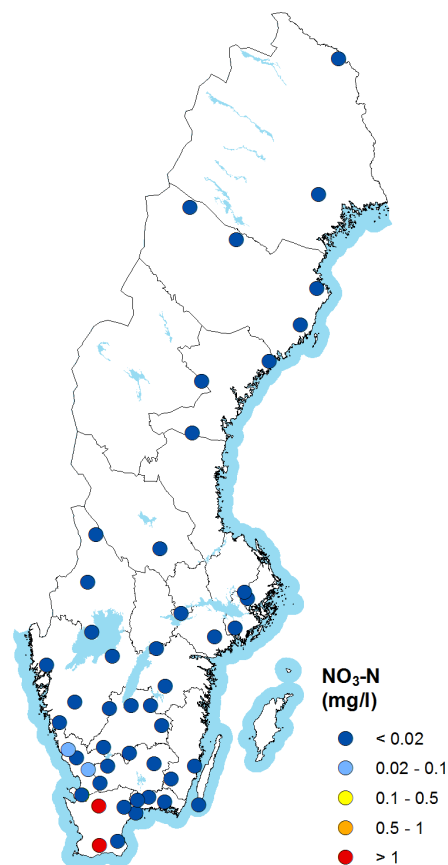
Vid Vång påbörjades månadsvisa mätningar av vattenkemi i bäcken, som rinner genom den östra delen av det avverkade området, i samband med avverkningen. Tyvärr finns inga mätningar från bäcken för tiden före avverkningen. Parallellt fortsatte mätningarna av markvattnet i det avverkade området med samma utrustning som före avverkningen. Resultaten från mätningar av nitrat i mark- och bäckvatten visas gemensamt i Figur 12. Halterna av nitrat i bäcken har varierat efter avverkning med lägre halter under sommarhalvår och högre under vinterhalvår. Det finns en antydning till att halterna av nitrat i bäcken låg något högre under vintern 2018/2019, jämfört med vintern 2017/2018, vilket skulle kunna ha ett samband med de ökande halterna av nitrat i markvattnet vid hygget under 2018. Skillnaderna är dock svårbedömda. Avsaknaden av en tydlig påverkan på nitralthalterna i bäcken kan bero på att det var en så liten del av bäckens hela avrinningsområde som påverkades av hygget.

I en liknande, pågående studie i Västra Götaland avverkades ca 80 % av ett 7 hektar stort avrinningsområde med granskog. Mätningar, finansierade av Havs och Vattenmyndigheten, visade att ökande halter av nitrat i markvattnet efter avverkning inom några månader åtföljdes av ökande halter av nitrat i grund- och bäckvatten från det avverkade avrinningsområdet.



Figur 12. Nitrathalter i bäck- och markvattnet vid Vång. En avverkning skedde vid Vång A i oktober 2016, vilket indikeras med en vertikal röd streckad linje.

En sammanställning av data från samtliga nu aktiva krondroppsytor i Sverige där skogen inte störts av avverkning, eller liknande, visar att nitratkvävehalterna (angivet som median för åren 2017–2019) generellt har varit låga i hela Sverige under denna tidsperiod, med undantag av två mätplatser i Skåne, Stenshult och Hissmossa, där medianen översteg 1 mg per liter, Figur 13. För alla de fyra ytorna med växande skog i Blekinge län var medianvärdet för koncentrationerna av nitrat under detektionsgränsen, precis som på merparten av mätplatserna i Sverige. Vång A visas inte på kartan, eftersom ytan är avverkad och därmed inte är jämförbar med övriga mätplatser i växande skog.



Figur 13. Koncentrationen av nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) i markvattnet på 50 cm djup vid olika platser inom Krondroppsnätet redovisat som medianvärde från de senaste tre årens mätningar (2017–2019). Ytor med mindre än tre mätvärden under treårsperioden, samt ytor som har avverkats eller gödslats har tagits bort.

3 Försurning – fortfarande ett problem?

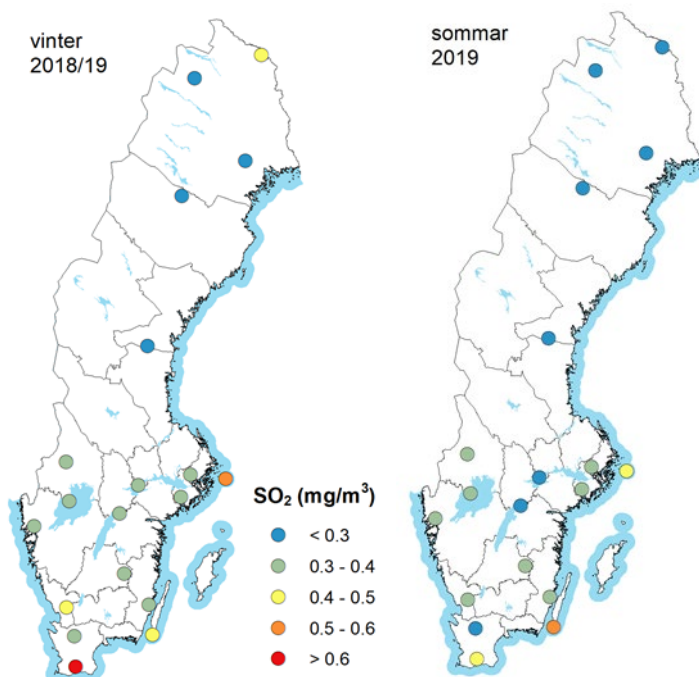
Mark och vatten i Blekinge är fortfarande försurade. Ca 250 av länets 900 större sjöar kalkas. Försurning av mark och vatten orsakas av både svavel- och kvävenedfall, men även skogsbruket bidrar eftersom träd tillväxt innebär försurning, som permanentas när biomassa skördas och förs bort från skogen. Utsläpp av svavel (SO_x) från industrin och förbränning av kol och olja är den största orsaken till försurning av mark och vatten i Sverige. Vid låga pH omvandlas aluminium till en giftig trevärd jon, som kan skada fiskar och andra vattenlevande organismer samt även trädens rötter.

Jättatjärnen Fotograf: Per Erik Karlsson

3.1 Minskar lufthalterna av svaveldioxid ytterligare?

I Blekinge län saknas lufthaltsmätningar av svaveldioxid (SO₂), men i Figur 14 visas halterna av SO₂ under vintern 2018/19 och sommaren 2019 vid alla mätplatser med lufthaltsmätningar inom Krondroppsnetet.

Under vintern 2018/19 uppmättes högst SO₂-halter vid de kustnära mätplatserna i södra och mellersta Sverige, Stenshult, på Romeleåsen i södra Skåne, Timrilt öster om Halmstad, Ottenby vid Ölands södra udde, samt vid Svenska Högarna i Stockholms yttre skärgård. Under sommaren 2019 var halterna generellt lägre, men fortfarande var halterna högst vid Stenshult, Ottenby och svenska Högarna. I Norrland finns ingen kustnära lufthaltsmätning av svavel.

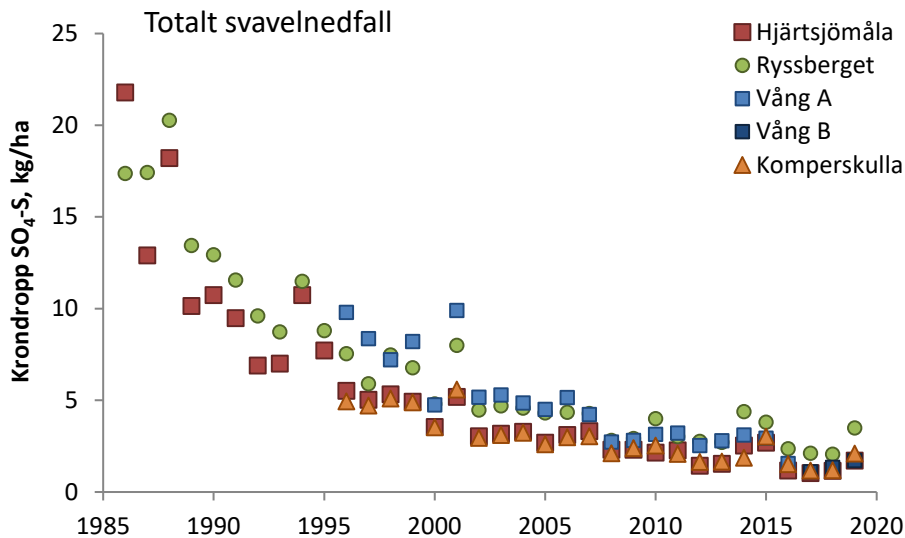


Figur 14. Lufthalter av svaveldioxid (SO₂) som medelvärden för vinter- respektive sommarhalvår 2018/19 vid mätstationerna inom Krondroppsnetet i Sverige. Vinterhalvåret omfattar oktober till mars och sommarhalvåret omfattar april till september.

3.2 Fortsätter svavelnedfallet att minska?

Svavelnedfallet via krondropp ger ett bra mått på det totala svavelnedfallet till skog. Svavelnedfallet till skogen i länet har minskat kraftigt och minskningen är statistiskt säkerställd för samtliga nu aktiva skogsytter i länet, Figur 15. Svavelnedfallet 2018/19 varierade mellan 1,7 kg per hektar vid tallskogen vid Hjärtsjömåla respektive den nya granskogen vid Vång och 3,5 kg per hektar i bokskogen vid Ryssberget i sydvästra delen av Blekinge.

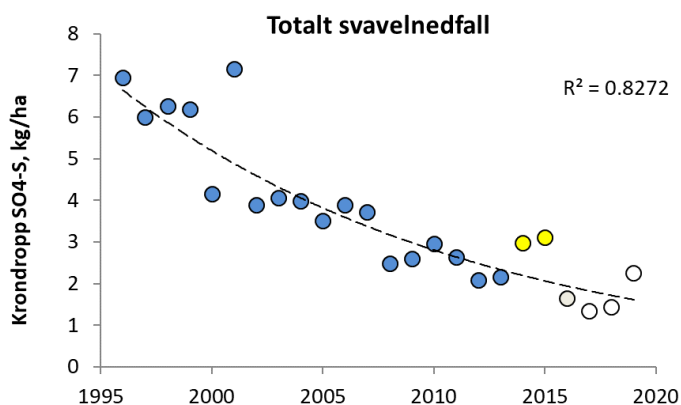
Vid Hjärtsjömåla och Ryssberget finns de längsta aktiva mätserierna i länet, 34 år. Där har svavelnedfallet utan havssaltsbidrag minskat med 95 % respektive 93 % sedan mätstarten 1985/86, Figur 15. Om man bara ser till 2000-talet (1999/00–2018/19) har svavelnedfallet vid de fyra mätplatserna i Blekinge län minskat med mellan 55 och 77 %. Detta kan jämföras med att under kalenderårsperioden 2001–2017 har emissionerna av SO_x, mätt som SO₂, från EU-28 minskat med 83 % och från Sverige med 62 % (CEIP, 2020).



Figur 15. Årligt nedfall av svavel till aktiva provytor i Blekinge län, mätt som krondropp. Bidraget från havssalt har exkluderats. Beräkningarna gäller hydrologiskt år, oktober–september. Komperskulla och Ryssberget utgörs av bokskog, Hjärtsjömåla är en tallskog och Vång en granskog.

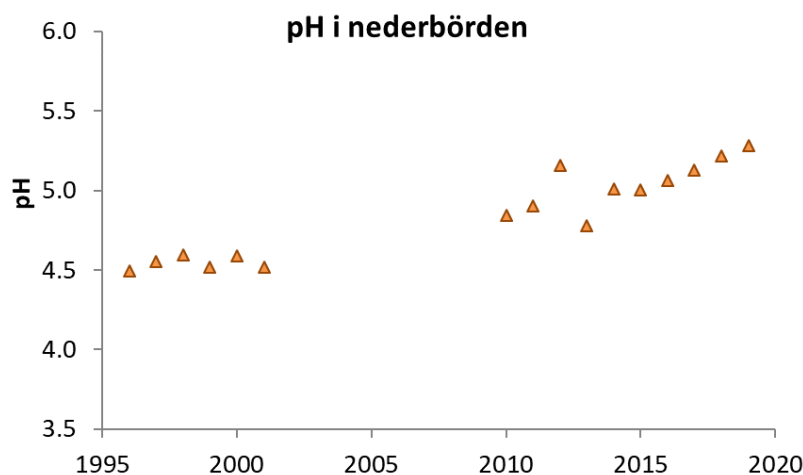
Den 1 januari 2015 sänktes gränsen för högsta tillåtna svavelhalt i fartygsbränsle, från 1,0 till 0,1 % svavel. Dessförinnan sänktes gränsen från 1,5 till 1,0 % till år 2010. För att få en indikation på om svavelnedfallet till skogarna i Blekinge län minskat som ett resultat av dessa begränsningar har årliga data för nedfall av svavel som krondropp analyserats för fyra platser i Blekinge, Ryssberget, Komperskulla, Hjärtsjömåla och Vång (A+B), med kontinuerliga mätserier under perioden 1996/97–2018/19, Figur 16. Medelvärdet för de fyra platserna under perioden 1996/97–2012/13 har markerats med blå symboler. Dessa år representerar perioden före den senaste sänkningen av svavelhalten i fartygsbränslet. Medelvärdet för de hydrologiska åren 2013/14 och 2014/15 har markerats med gult då svavelnedfallet under dessa år var påverkade av ett vulkanutbrott på Island som pågick mellan den 31 augusti 2014 till 27 februari 2015 (Hellsten m.fl., 2017). Medelvärdet för åren 2015/96–2018/19 har markerats med vitt och representerar perioden efter den senaste sänkningen av svavelhalten i fartygsbränsle.

Minskningen av svavelnedfallet vid de fyra platserna i Blekinge förefaller följa ett exponentiellt förlopp, Figur 16. Mätvärdena för åren 2015/16–2018/19 ligger i stort sett i linje med tidigare minskningstrend. Det är givetvis osäkert hur minskningen av svavelnedfallet hade fortsatt utan sänkningar av svavelinnehållet i fartygsbränsle. Det finns dock inget i denna trendanalys som tyder på att minskningen av svavelhalten i fartygsbränsle på ett tydligt sätt påverkat svavelnedfallet i Blekinges skogar.



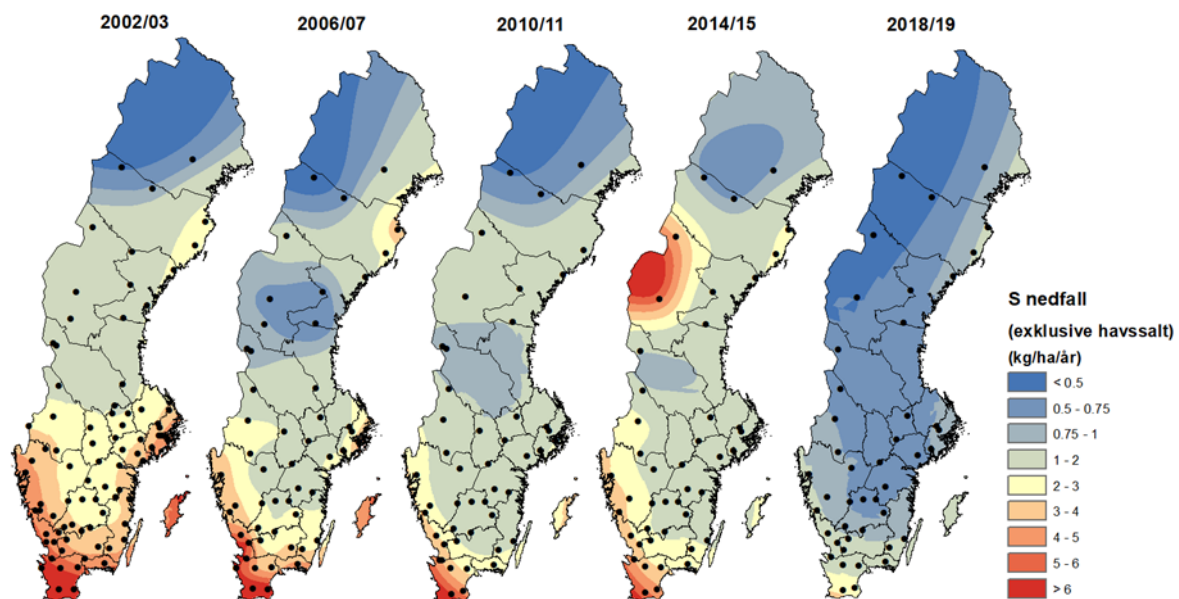
Figur 16. Årliga medelvärden för nedfall av svavel exklusive havssalt (SO_4-S_{ex}) mätt som krondropp för fyra platser i Blekinge, Ryssberget, Komperskulla, Hjärtsjömåla och Vång (A+B), under 1996/97–2018/19. Mätningarna 1996/97–2012/13 är markerade med blå symboler. Dessa mätningar utgör år före sänkningen av svavelhalten i fartygsbränsle. De hydrologiska åren 2013/14 och 2014/15 är markerade med gult då de är påverkade av vulkanutbrottet på Island (31 augusti 2014 – 27 februari 2015). Åren 2015/16–2018/19 är markerade med vitt och inträffar efter den senaste sänkningen av svavelhalten i fartygsbränslet.

Främst som en följd av ett minskat svavelinnehåll har nederbördens pH vid Komperskulla ökat med 15 % mellan 1995/96 och 2018/19 (Figur 17). Försurningsbelastningen via nederbörden har därför minskat.



Figur 17. pH i nederbörden vid Komperskulla. Nederbörden mäts månadsvis och pH-värdet medelvärdesbildas för hydrologiskt år, oktober–september.

Nedfallet av svavel till granskog i Sverige visas i Figur 18 för vart fjärde år sedan 2002/03. Det framgår att den högsta belastningen av svavelnedfallet har varit i sydvästra Sverige. Skillnaderna har dock minskat med åren och under 2018/19 hade Blekinge en svavelbelastning jämförbar med vissa områden längs Norrlandskusten. I kartan ser man även det förhöjda svavelnedfallet, främst i södra Norrland, orsakat av vulkanutbrottet på Island under 2014/15.



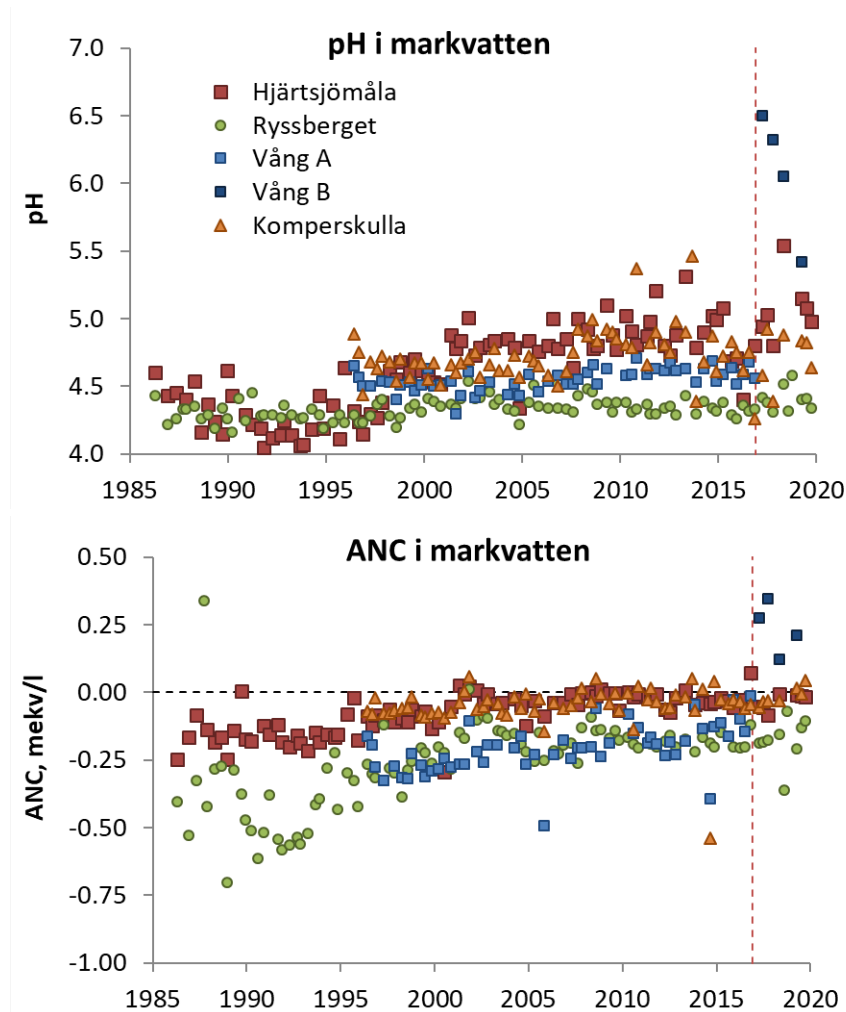
Figur 18. Svavelnedfall (exklusive bidraget från havssalt) med fyra års mellanrum under perioden 2002/03–2018/19 i krondroppet vid mätstationerna (grandominerade) inom Krondroppsnetet i Sverige. Interpolering har gjorts med Kriging-metodik.

3.3 Hur går återhämtningen från försurningen?

Markvattnets försurningsstatus beror på nuvarande och historiskt nedfall av svavel i kombination med markens buffringsförmåga. På vissa platser, och under vissa perioder, påverkas försurningsstatus även av överskott av kväve, havssaltsnedfall samt olika former av störningar i marken (Akselsson m.fl., 2013). Dessutom påverkar även skogsbruket markvattnets försurningsstatus (Akselsson m.fl., 2018).

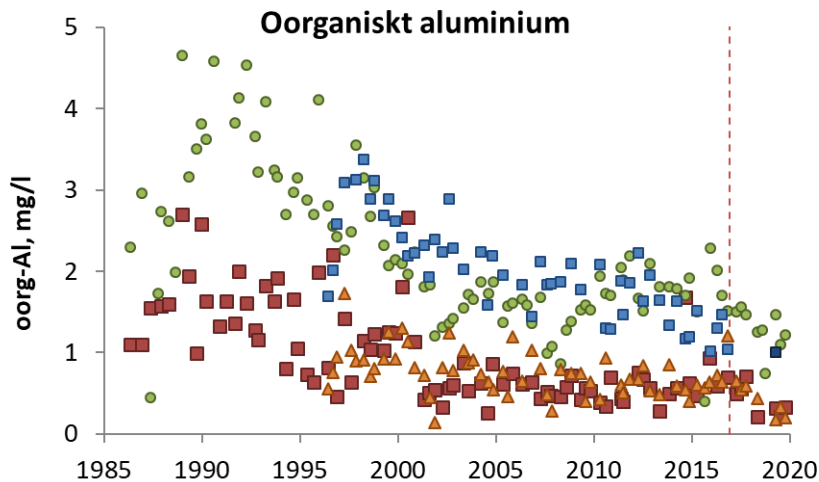
Markvattnet på mätplatserna i Blekinge län under 2019 uppvisar fortsatta tecken på försurning i form av låga värden för pH, lågt eller negativt ANC (syraneutraliserande förmåga) och förhöjda halter av oorganiskt aluminium, Figur 19–21. Den nya ytan vid Vång visar däremot positiva värden på ANC och höga pH-värden. Dessa värden får dock tolkas med försiktighet eftersom man vid etableringen av nya mätningar av markvattnet stör marken, så man bör avvakta ett par år innan man erhåller representativa värden. Markvattnets ANC var runt noll eller negativt vid samtliga mättillfällen under året, på alla mätplatser, med undantag av den nya ytan vid Vång (B), Figur 20. Ett negativt värde på ANC innebär att avrinnande vatten från rotzonen inte har någon syrabuffrande förmåga. Mest negativt var ANC i Ryssberget. Det var även Ryssberget som hade lägst pH och högst halter av oorganiskt aluminium.

Det har dock skett positiva förändringar över tid vad gäller försurningsstatus vid alla fyra provytorna. ANC har ökat och oorganiskt aluminium minskat på ett statistiskt säkerställt sätt vid alla de fyra provytorna. pH har ökat vid Hjärtsjömåla och Ryssberget. Det sker således en förändring till det positiva men förändringarna verkar i stort ha stannat av under de senaste drygt tio åren.



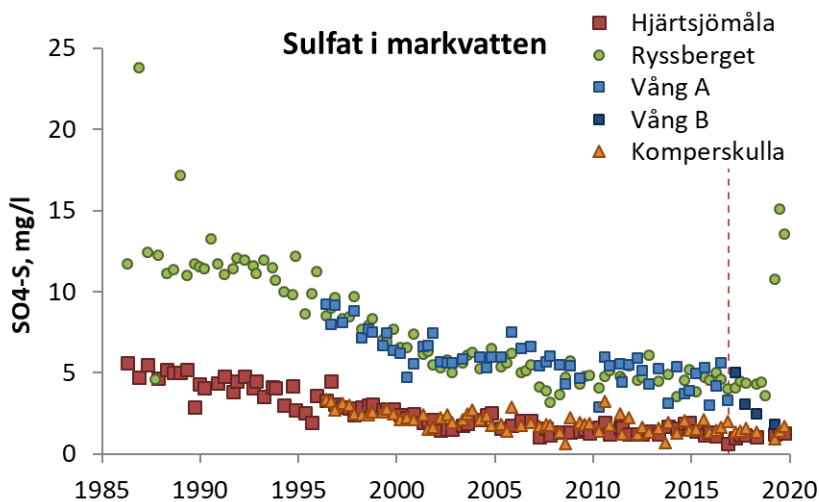
Figur 19. pH i markvattnet. Vissa provtillfällen kan saknas när det varit torrt i marken. Vertikal streckad röd linje visas när ytan Vång A avverkades och ersattes med den nya ytan Vång B. Data för Vång A visas ej efter avverkning. pH har ökat på ett statistiskt säkerställt sätt vid Hjärtsjömåla och Ryssberget.

Figur 20. ANC (den syra-neutraliserande förmågan) i markvattnet. Vissa provtillfällen kan saknas när det varit torrt i marken. Vertikal streckad röd linje visas när ytan Vång A avverkades och ersattes med den nya ytan Vång B. Data för Vång A visas ej efter avverkning. ANC har ökat på ett statistiskt säkerställt sätt vid alla de fyra provytorna.



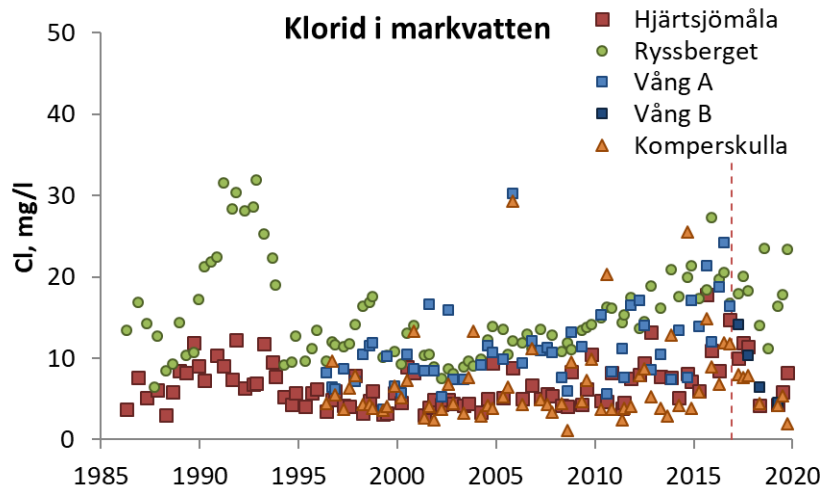
Figur 21. Oorganiskt aluminium i markvattnet. Vissa provtillfällen kan saknas när det varit torrt i marken. Vertikal streckad röd linje visas när ytan Vång A avverkades och ersattes med den nya ytan Vång B. Data för Vång A visas ej efter avverkning. Oorganiskt aluminium har minskat på ett statistiskt säkerställt sätt vid alla de fyra provytorna.

För att förstå de långsiktiga trenderna för markvattnets försurningsstatus är tidstrender för svavel-, klorid- och nitratkvävehalter i markvattnet en bra utgångspunkt, som mått på svavelnedfall, havssaltsepisoder med efterföljande jonbyte, och överskott av kväve (för nitrat, se Figur 9 ovan). Samtliga fyra mätplatser i länet, uppvisar en signifikant minskning av svavelhalten i markvattnet, Figur 22, som följd av minskningen i svavelnedfall. Sulfathalterna har varit avsevärt högre vid Ryssberget och Vång A jämfört med Hjärtsjömåla och Komperskulla. Det är också vid Ryssberget och Vång A som försurningsstatusen i markvattnet varit som sämst (Figurer 19–21). Vid Ryssberget var halterna exceptionellt höga under 2018/19 (11–15 mg/l). De höga halterna av $\text{SO}_4\text{-S}$ i markvattnet vid Ryssberget kan ha orsakats av torkan under sommaren 2018. Lysimetrarna för provtagning av markvatten vid Ryssberget är placerade i ett lågt beläget surdrag. Provolymerna vid provtagningen under sommaren och hösten 2018 vid Ryssberget var ovanligt låga vilket indikerar att det var torrt i marken. Möjligen kan ovanligt mycket syre ha trängt ner i marken och oxiderat reducerat svavel till $\text{SO}_4\text{-S}$.



Figur 22. Svavelhalter i markvattnet vid länets ytor. Markvattnet provtas normalt tre gånger årligen, före, under och efter växtsäsongen. Vissa provtillfällen kan saknas när det varit torrt i marken. Vertikal streckad röd linje visas när ytan Vång A avverkades och ersattes med den nya ytan Vång B. Data för Vång A visas ej efter avverkning. Sulfathalten i markvattnet har minskat på ett statistiskt säkerställt sätt vid alla de fyra provytorna.

Närheten till Östersjön innebär att skogarna i Blekinge län utsatts för mycket havssalt, och att havssaltsepisoder får stora effekter på markvattenkemin. Ryssberget var, på grund av sitt utsatta läge, den mätplats som hade högst kloridhalter i markvattnet i början av 1990-talet, omkring 30 mg per liter, Figur 23. Under de senaste åren uppvisar Ryssberget återigen höga kloridhalter i markvattnet (över 20 mg per liter). Även de övriga mätplatserna i länet har haft högre kloridhalter under de senaste åren jämfört med tidigare år. Detta tyder på ytterligare havssaltsepisoder som kan motverka markvattnets återhämtning från försurning.

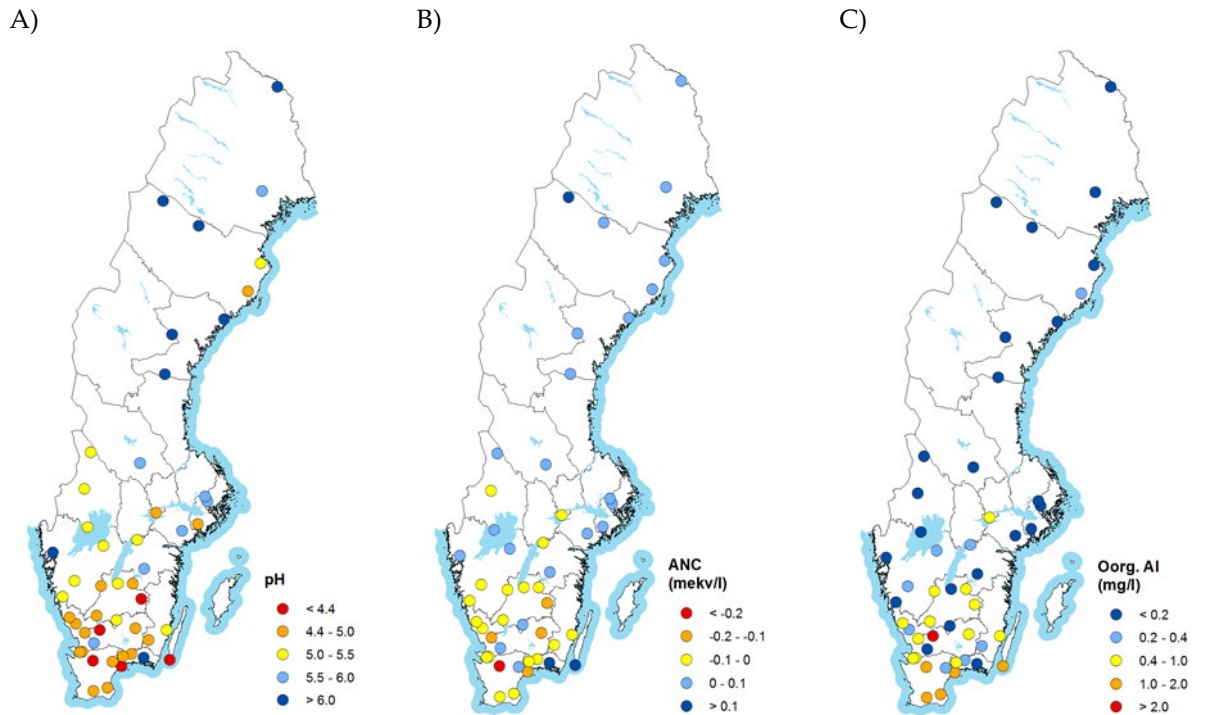


Figur 23. Klorid i markvattnet vid länets ytor. Markvattnet provtas tre gånger årligen, före, under och efter växtsäsongen. Vissa provtillfällen kan saknas när det varit torrt i marken. Vertikal streckad röd linje visar när ytan Vång A avverkades och ersattes med den nya ytan Vång B. Data för Vång A visas ej efter avverkning.

Av de fyra mätplatser som har långa tidsserier har en viss återhämtning från försurning skett fram till mitten av 2000-talet, varefter återhämtningen av pH förefaller ha avstannat (Figurer 19). Detta kan ha berott på ett stort påslag av havssalt (Figur 23). Även ANC återhämtade sig under samma period, men även detta avstannade och ANC har inte nått tydligt positiva värden vid någon mätplats (Figur 20). Vid Ryssberget och den avverkade Vång A är ANC fortfarande kraftigt negativ. Ryssberget och Vång A är de ytor där svavel- och kloridkoncentrationerna varit som högst. Detta förklarar att detta är de två ytor i länet där markvattnet varit surast och haft lägst ANC och högst halter oorganiskt aluminium.

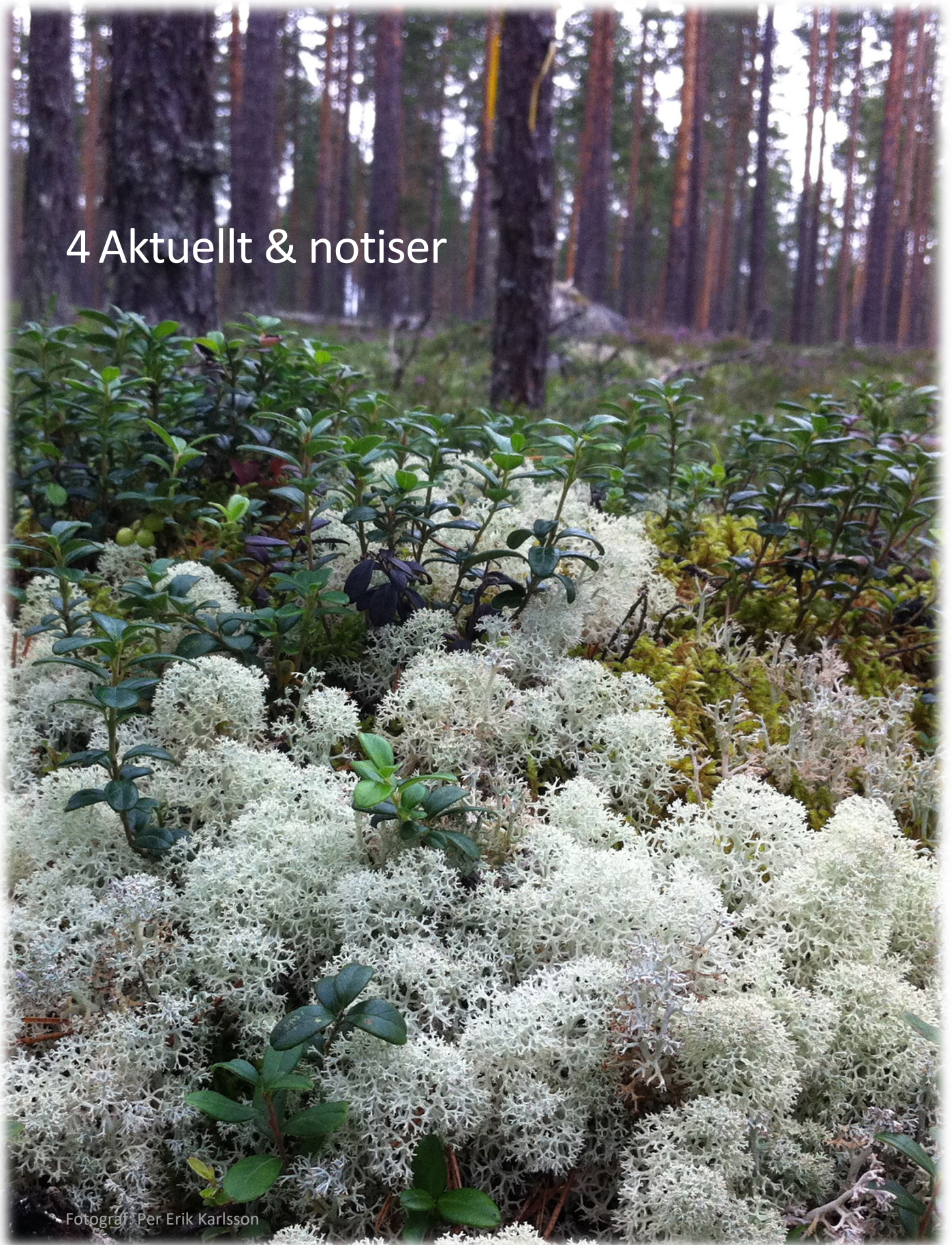
Markvattnets försurningsstatus i Blekinge län jämfört med resten av landet, angivet som median för åren 2017–2019, visar att Blekinge tillhör de län där markvattnet är relativt mycket försurningspåverkat, på grund av ett högt svavelnedfall under flera decennier, Figur 24. Undantaget är den nya ytan vid Vång (B), men där får vi avvakta om dessa mätvärden ännu är representativa. Mätplatserna med växande skog i Blekinge län har medianvärden för pH under 4,4 eller mellan 4,4 och 4,9, vilket innebär samma nivå som flertalet mätplatser i Skåne och Halland, Figur 24A.

Gradienten för medianen för markvattnets ANC de tre senaste åren följer i stora drag pH-gradienten i Sverige. ANC är negativt för samtliga mätplatser i Blekinge län, med undantag av Vång B, Figur 24B. De flesta av mätplatserna i Götaland uppvisar negativt ANC, i Svealand är ANC vanligtvis omkring 0, och i Norrland är det positivt. Även halten oorganiskt aluminium uppvisar en liknande gradient, Figur 24C.



Figur 24. pH (A) och ANC (B) i markvattnet på 50 cm djup vid olika platser inom Krondropps nätet. Det värde som anges är medianvärdet under de senaste tre åren (2017–2019). ANC i avrinnande vattnet bör vara betydligt över 0 när det når vattendragen. Ytor med mindre än tre mätvärden under treårsperioden, samt ytor som har avverkats eller gödslats har tagits bort.

4 Aktuellt & notiser



Fotograf: Per Erik Karlsson

4.1 Revision Försurande/Övergödande ämnen inom Programområde Luft inom Naturvårdsverket

Naturvårdsverket startade 2015 en utvärdering av den pågående verksamheten inom Programområde Luft.

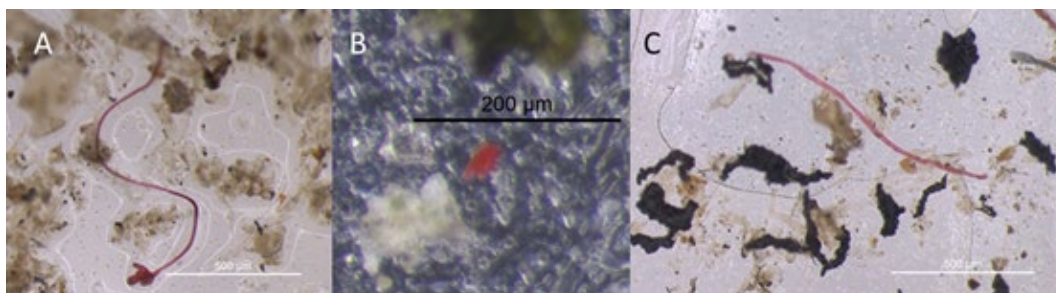
Som en del av denna påbörjades under 2018 en fördjupad revision inom Programområde Luft, som omfattade delprogrammen Försurande och övergödande ämnen i luft och nederbörd, Krondroppsnetet-NV och MATCH-Sverigesystemet. Med Naturvårdsverket-NV avses den del av Krondroppsnetet som finansieras av Naturvårdsverket. Naturvårdsverket utsåg två internationella utvärderare, Christopher Evans och Alan Radbourne från "Centre for Ecology and Hydrology" i Bangor, Wales, UK. Utredarna träffade under april 2019 bland annat Krondroppsnetets projektledningsteam som ett led i utvärderingen.

Utgående från deras rapport har Naturvårdsverket sammanställt ett förslag till revision av verksamheterna som rör försurande och övergödande ämnen. I mars 2020 skickades Naturvårdsverkets förslag ut på remiss till berörda parter. Naturvårdsverket föreslår en ny utformning av programmet som bygger på en sammanslagning av tre befintliga mätprogram (LNKN, Krondroppsnetet-NV och EMEP) till ett nytt – Svenska Luft- och Depositionsätverket (SveLoD). Istället för tre delprogram kommer stationerna att vara uppdelade i Typ 1 (EMEP), Typ 2 (LNKN) och Typ 3 (Krondroppsnetet-NV).

De som fått remissen hade fram till den 24 april 2020 på sig att komma med yttrande och IVL har inkommit med en rad synpunkter. När den slutliga utformningen av programmet kommer att bli färdigt är ännu ej klart.

4.2 Ny studie påvisar mikrokräp i nederbörd och krondropp

Mikrokräpppartiklar har hittats i nederbörd och krondropp vid samtliga tio undersökta mätplatser inom Krondroppsnetet runt om i Sverige, från Norrbotten till Skåne, samt vid tre mätplatser i centrala Malmö, där mätningar sker på uppdrag av Malmö stad, Figur 25. Resultaten visar att mikrokräpppartiklar kan transporteras med luften till områden långt bort från utsläppskällorna. Även gummipartiklar från fordonsdäck återfanns i proverna.



Figur 25. Mikrokräpppartiklar från prover med atmosfäriskt nedfall. A) Röd plastfiber; B) rött plastfragment; C) gummifragment från fordonsdäck (styrenbutadiengummi, SBR) och icke-syntetiska textilfibrer.

Plastfibrer dominerade i antal vid fjorton av de tjugo proverna. Nedfall av gummipartiklar från fordonsdäck var avsevärt högre i centrala Malmö jämfört med platser utanför tätort. Mätningarna bekräftar tidigare studier, där mikrokräp har hittats i såväl snöprover från Svalbard som i nederbörd på hög höjd i Klippiga bergen i USA.

Undersökningen var en pilotstudie utförd av forskare vid IVL under oktober 2019, på uppdrag av Naturvårdsverket, Magnusson m. fl. 2020.

4.3 Pågående projekt där Krondroppsytor modelleras

Under hösten 2019 – hösten 2021 pågår ett modelleringsprojekt finansierat av Energimyndigheten, "Effekter av helträdsuttag på baskatjonomsättning och försurning - uppskalning till nationell nivå med ekosystemmodellen ForSAFE". Projektet är en fortsättning av ett tidigare projekt finansierat av Energimyndigheten, där ForSAFE-modellen användes för modellering i fyra långliggande helträdsförsök och sju mätplatser inom Krondroppsnetet. Det tidigare projektet syftade till att studera hur baskatjonförlusterna vid helträdsuttag fördelas mellan mark, vatten och träd. I det nya projektet modelleras ytterligare 20 mätplatser inom Krondroppsnetet, för att kunna få en bättre bild av hur effekterna varierar geografiskt. Arbetet utförs vid Lunds universitet.

4.4 Vilka effekter kan vi förvänta oss av Covid-19?

Luftföroreningarna i världen har minskat kraftigt under våren 2020 som en konsekvens av Corona-utbrottet. Konsekvenserna av pandemin har påverkat både utsläpp från lokala källor, likväl som långväga transport av luftföroreningar till Sverige. Myllyvirta & Thieriot (2020) har uppskattat att halten av kvävedioxid i Europa var 40 procent lägre under april månad 2020, jämfört med vad den skulle ha varit under normala omständigheter utan nedstängning av samhället, och att halterna för Sveriges del var 28 procent lägre. Modelleringsstudien uppskattade att halterna av PM₁₀ var 12 procent lägre i Europa och 28 procent lägre i Sverige under samma månad. Dessa minskningar i utsläpp av luftföroreningar får effekter på luftkvalitet och nedfall. Under nästa år kommer vi att fördjupa oss i hur denna förändring i utsläppsmönster återspeglas i mätningarna inom Krondroppsnetet, samt vad detta kan ha fått för konsekvenser för Sveriges del.

4.5 Projekt angående andel torrdeposition till provtagningsutrustning har pausats

Projektet "Rör Under Tak" (RUT) med mätningar av torrdepositionen till mätutrustningen för provtagning av nederbörd på öppet fält pausades i oktober 2019. Mätningarna påbörjades sommaren 2017 vid de 10 platser inom Krondroppsnetet som idag har strängprovtagare. Projektet syftar till att jämföra depositions-mätningar med utrustning placerat under tak, med mätningar med den vanliga provtagaren för nederbörd på öppet fält utan tak. Utrustningen under tak syftar till att kvantifiera den lilla andel torrdeposition som uppstår till den utrustning som egentligen är avsedd att mäta våtdeposition och därigenom minska osäkerheterna i uppskattningarna av våtdepositionen. På grund av budgetnedskärningar hos Naturvårdsverket har detta projekt inte fått fortsatt finansiering utan är pausat. Projektet var ursprungligen planerat att pågå under tre år fram till 2020. Vi hoppas att medel kommer att finnas framöver för att slutföra detta projekt.

4.6 Totalt nedfall av kväve och svavel på länsnivå – Specialrapport under 2019

Under 2019 publicerades en specialrapport där totalt nedfall av oorganiskt kväve och totalt nedfall av svavel till barrskog på länsnivå redovisades för perioden 2001–2018, Pihl Karlsson m.fl. (2019).

Syftet var att bidra till att belysa nedfallssituationen i länen med avseende på försurnings- och övergödningens problematiken och att ge ett underlag till den regionala miljömålsuppföljningen, främst för miljömålen Bara naturlig försurning och Ingen övergödning.

Kritisk belastning för kväve i barrskog överskreds under perioden i stort sett i samtliga län, förutom de fyra nordligaste länen. Det totala kvävenedfallet till barrskog har under perioden dock minskat, med mellan 26 och 53 %, för samtliga län utom i Skåne och Västerbottens län.

Nedfallet av svavel till barrskog minskade kraftigt under perioden med mellan 50 och 87 %. Den statistiska analysen visade att det länsvisa nedfallet av svavel (utan bidrag från havssalt) sedan 2001 minskat statistiskt signifikant i samtliga undersökta län. Under de senaste tre åren har det totala nedfallet av svavel till barrskog i Sverige, om man undantar de tre sydliga länen Skåne, Halland och Blekinge, generellt varit mycket lågt, under 1 kg per hektar och år. Detta innebär att svavelnedfallets bidrag till fortsatt försurning är mycket litet i stora delar av Sverige. De sydligaste delarna av Sverige påverkas dock sannolikt alltfjämt från svavelutsläpp från de östra delarna av centrala Europa.

4.7 Vetenskapliga artiklar 2019

Under 2019 har ett flertal artiklar med anknytning till Krondropps nätet publicerats.

- **Ferm m.fl. (2019)** har publicerat en artikel med mätserier av nedfall av svavel och kväve med nederbörden i Sverige sedan 1955. Detta är bland de längsta mätserier som någonsin publicerats. Svavelnedfallet som våtdeposition kulminerade runt år 1970 vad gäller svavel och runt 1985 vad gäller kväve.
- **Karlsson m.fl. (2019)**, har publicerat en metod för att uppskatta det totala nedfallet av kväve till barrskog i Sverige, med hjälp av så kallade strängprovtagare. Metoden används nu inom uppföljningen av miljö kvalitetsmålet Ingen Övergödning, indikatorn "nedfall av kväve till barrskog".
- **Kronnäs m.fl. (2019)** har använt data från Västra Torup och Hissmossa i Skåne för att undersöka vilka fördelar som finns med att modellera vittring dynamiskt med ForSAFE-modellen, jämfört med att modellera med den enklare PROFILE-modellen. De två modellerna gav årsmedelvärden av ungefär samma storlek, men en fördel med ForSAFE är att variationer under året och mellan år kan simuleras, liksom långsiktiga effekter av klimatförändring, förändrat nedfall och skogsbruk.

5 Tack

Vi vill uttrycka ett varmt tack till samtliga provtagare inom Krondropps nätet som utför ett mycket ovärderligt arbete i fält. Vi vill även uttrycka ett varmt tack till all personal på IVL:s laboratorium för ett mycket bra arbete. Slutligen tackar vi Krondropps nätets samtliga medlemmar för gott samarbete.

6 Referenser

- Akselsson, C., Westling, O., Örlander, G., 2004. Regional mapping of nitrogen leaching from clearcuts in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 202: 235-243
- Akselsson, C., Belyazid, S., Hellsten, S., Klarqvist, M., Pihl-Karlsson, G., Karlsson, P.E., Lundin, L., 2010. Assessing the risk of N leaching from Swedish forest soils across a steep N deposition gradient in Sweden. *Environmental Pollution* 158: 3588–3595.
- Akselsson, C., Hultberg, H., Karlsson, P.E., Pihl Karlsson, G., Hellsten, S., 2013. Acidification trends in south Swedish forest soils 1986–2008 – slow recovery and high sensitivity to sea-salt episodes. *Science of the Total Environment* 444: 271-287.
- Akselsson, C., Belyazid, S., 2018. Critical biomass harvesting – Applying a new concept for Swedish forest soils. *Forest Ecology and Management* 409, 67-73. DOI 10.1016/j.foreco.2017.11.020

CEIP, 2020. Emissionsdata är hämtade från:

http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/webdab_emepdatabase/reported_emissiondata/

- Ferm, M., Granat, L., Engardt, M., Pihl Karlsson, G., Danielsson, H., Karlsson, P.E., Hansen, K. 2019. Wet deposition of ammonium, nitrate and non-sea-salt sulphate in Sweden 1955 through 2017. *Atmospheric Environment: X 2* (2019) 100015. <https://doi.org/10.1016/j.aeoa.2019.100015>.
- Hellsten, S., Stadmark, J., Pihl Karlsson, G., Karlsson, P.E., Akselsson, C., 2015. Increased concentrations of nitrate in forest soil water after windthrow in southern Sweden. *Forest Ecology and Management*.356, 234-242.
- Hellsten, S., Gustafsson, M., Pihl Karlsson, G., Danielsson, H., Karlsson, P.E., Akselsson, C. 2017. Påverkan på atmosfäriskt nedfall och luftkvaliteten i Sverige av SO₂-emissioner från vulkanutbrottet på Island, 2014–2015. IVL Rapport C 234.
- Karlsson, P.E., Pihl Karlsson, G., Hellsten, S., Akselsson, C. 2018a. Utveckling av en indikator för totalt nedfall av kväve till barrskog inom miljö kvalitetsmålet Ingen övergödning. IVL Rapport C286.
- Karlsson, P.E., Akselsson, C., Hellsten, S., Pihl Karlsson, G., 2018b. A bark beetle attack caused elevated nitrate concentrations and acidification of soil water in a Norway spruce stand. *Forest Ecology and Management* 422, 338-344.
- Karlsson, P.E., Pihl Karlsson, G., Hellsten, S., Akselsson, C., Ferm, M., & Hultberg, H. 2019. Total deposition of inorganic nitrogen to Norway spruce forests – Applying a surrogate surface method across a deposition gradient in Sweden. *Atmospheric Environment* 217. 116964 <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.116964>
- Kronnäs, V., Akselsson, C., Belyazid, S., 2019. Dynamic modelling of weathering rates – the benefit over steady-state modelling. *SOIL* 5: 33-47.
- Magnusson, K., Winberg von Friesen, L., Söderlund, K., Karlsson, P.E. & Pihl Karlsson, G. 2020. Atmosfäriskt nedfall av mikrokräp. IVL Rapport C511. <https://www.ivl.se/download/18.5bc68544171830dff503b2/1587372619571/C511.pdf>
- Moldan, F m. fl., 2011. Swedish NFC Report. I Modelling Critical Thresholds and Temporal changes of Geochemistry and Vegetation Diversity (Posch et. Al. red.). CCE Status Report 2011. ISBN 978-90-6960-254-7.
- Myllyvirta, L. & Thieriot, H. 2020. 11 000 air pollution-related deaths avoided in Europe as coal, oil consumption plummeted, Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA). Länk till rapporten: <https://energyandcleanair.org/wp/wp-content/uploads/2020/04/CREA-Europe-COVID-impacts.pdf>
- Pihl Karlsson, G., Hellsten, S., Karlsson, P.E & Akselsson, C. 2019. Länsvis totalt nedfall av oorganiskt kväve och svavel till barrskog, IVL Rapport C445.
- Tamm, C.O., 1991. Nitrogen in terrestrial ecosystems. *Ecological Studies* 81. Springer Verlag, Berlin, Germany.



Krondroppsnetet bedriver mätningar vid fem mätplatser i Blekinge län (Tabell B1.1).

Tabell B1.1. Aktiva mätplatser i Blekinge län 2018/19.

Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Bäckvatten
Hjärtsjömåla (K 03)	Tall		X	X	
Ryssberget (K07)	Bok		X	X	
Komperskulla (K11)	Bok	X	X	X	
Vång (K13) A-yta	Gran*			X	X
Vång (K13) B-yta	Gran		X	X	

* Avverkad hösten 2016



Bakgrundskarta: National Geographic World Map (ESRI).

Undersökningarna är ett resultat av ett lagarbete där provtagning har utförts av Anders Jonshagen. På IVL har Paula Andersson skött kontakter med provtagare medan främst Louise Björnberg, Camilla Hållinder-Ehrencrona, Jessica Ekström, Paula Andersson, Sari Honkala och Vania Andersson har analyserat proverna.

Databasen har skötts av Gunnar Malm. Datagranskning, databehandling och rapportering av resultaten har utförts av Cecilia Akselsson, Per Erik Karlsson, Sofie Hellsten samt Gunilla Pihl Karlsson.



Hjärtsjömåla (K 03)

Tallskog, planterad 1935. Ytan ligger i småkuperad terräng som drabbades av brand cirka 1920. Depositions- och markvattenmätningarna startade 1985. Denna yta har, tillsammans med Ryssberget, Sveriges längsta mätserie vad gäller krondropp och markvattenkemi.

Ryssberget (K 07)

Yta i en gammal bokskog, planterad 1876, med mätningar sedan 1985. Ytan är belägen strax norr om Sölvesborg. Den ligger topografiskt mycket högt jämfört med omgivande landskap och är starkt vindexponerad. Mätningarna av markvattnet ligger en liten bit ifrån krondroppsmätningarna, i ett lägre beläget surdrag.



Komperskulla (K 11)

Yta i nordvästra Blekinge, med bokskog planterad 1925. Ytan ligger i en sluttning åt öster och är inte vindexponerad. Beståndet i Komperskulla är självföryngrat på gamla betesmarker. Mätningarna i Komperskulla startade i november 1995. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001, men återupptogs i juni 2009.



Vång (K 13A och B)

A-ytan i Vång var belägen i granskog, planterad 1931, söder om Tving. Ytan skadades något i stormen Gudrun 2005, då ett fåtal träd på ytan blåste ner. En större mängd träd blåste ner 200 m nordväst om ytan. Mätning av deposition och markvatten startade i oktober 1996. Vång avverkades under oktober 2016, men markvattenkemi mäts fortsatt för att följa upp avverkningseffekterna. För detta har även ytvattenmätningar startats i en bäck drygt 100 m från A-ytan. I december 2016 startades en ny yta i Vång, K13B, i granskog drygt 500 m från A-ytan. Fotografierna visar krondroppsytan Vång-B samt bäcken som provtas vid den avverkade skogen vid Vång-A.





LUNDS
UNIVERSITET



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