

Kalkningsåret 2021



En redovisning av nyckeltal



Havs
och Vatten
myndigheten

Kalkningsåret 2021

En redovisning av nyckeltal

Den här rapporten har tagits fram av Havs- och vattenmyndigheten.
Myndigheten ansvarar för rapportens innehåll och slutsatser.

© HAVS- OCH VATTENMYNDIGHETEN | Datum: 2022-10-15

Omslagsfoto: Elfiske i ett kalkat vattendrag, foto: Mats Norberg

Havs- och vattenmyndigheten | Box 11 930 | 404 39 Göteborg | www.havochvatten.se

Förord

Statsbidraget till kalkning av försurade sjöar och vattendrag har funnits sedan 1982. Genom åren har drygt sex miljarder kronor utbetalats och närmare sex miljoner ton kalk spridits i sjöar, på våtmarker och via kalkdoserare. Länsstyrelserna redovisar årligen nyckeltal till Havs- och vattenmyndigheten som beskriver kalkningens omfattning, uppföljning, effekter och kostnader. Baserat på valda delar av nyckeltalen tar Havs- och vattenmyndigheten årligen fram en rapport som redovisar hur verksamheten bedrivs, vilka resultat som uppnås samt de skillnader som föreligger mellan länen. Rapporten har tagits fram av Johan Ahlström (Länsstyrelsen i Västerbottens län), Tobias Haag (Länsstyrelsen i Jönköpings län), Ingemar Abrahamsson (Ramboll) och Erik Boström (Havs- och vattenmyndigheten). De tre förstnämnda är anlitade av Havs- och vattenmyndigheten som sakkunniga inom kalkningen.

Göteborg, 2022

Fredrik Nordwall, tf. enhetschef

Sammanfattning

Under 2021 var verksamhetens omfattning i form av spridda kalkmängder och förbrukat statsbidrag likvärdig med 2020 och även med åren dessförinnan.

Redovisningen av nyckeltal antyder att det vattenkemiska utfallet vid kalkning av rinnande vatten försämrats över tid. Måluppfyllelsen för 2018 var betydligt lägre än tidigare och utfallen för 2019 - 2021 bekräftade att den låga nivån inte var unik. Den viktigaste orsaken till utvecklingen är dock att vattenprovtagningen förbättrats. Det innebär att fler vattendrag provtagits vid kritiska tillfällen i samband med höga och ökande flöden. Därmed kan vi konstatera att måluppfyllelsen i kalkade vattendrag alltid varit förhållandevis låg, men att den överskattats till följd av otillräcklig provtagning. Hanteringen av den svaga måluppfyllelsen utgör en utmaning för den framtida kalkningsverksamheten.

Sedan 2019 innefattar nyckeltalen en utökad redovisning av de vattenkemiska resultaten. Denna möjliggör en fördjupad bedömning av såväl det kemiska utfallet som provtagningens genomförande. Utvärderingen visar att flertalet län inte uppnår intentionerna i kalkningshandboken avseende vattenprovtagningen i kalkade vattendrag. De stora skillnaderna mellan länen innebär att den redovisade måluppfyllelsen från nyckeltalen behöver korrigeras för det ojämna provtagningsunderlaget.

Via nyckeltalen redovisar länsstyrelserna ett urval av resultaten från den biologiska uppföljningen. Resultaten för 2019 visade en betydande nedgång avseende såväl förekomst som reproduktion av öring i kalkade vattendrag. Den extremt torra och varma sommaren 2018 framhölls som den viktigaste orsaken till den negativa utvecklingen. Utfallet för 2020 och 2021 var betydligt positivare, men nivåerna är fortfarande under de som noterades åren 2014 - 2016.

Innehåll

1	Inledning	6
2	Kalkmängder och kalkmedel	7
3	Förbrukning av statsbidrag	9
4	Uppföljning och resultat	11
4.1	Vattenflöden i kalkade målvattendrag under 2021	11
4.2	Hur fungerade provtagningen av vattendrag under 2021	13
4.3	Vattenkemisk måluppfyllelse i vattendrag	16
4.3.1	Utvecklingen över tid	16
4.3.2	Länsviss måluppfyllelsen baserat på målpunkter	19
4.3.3	Måluppfyllelse beroende på kalkningsmetod	21
4.4	Vattenkemisk måluppfyllelse i sjöar	22
4.4.1	Utvecklingen över tid	22
4.4.2	Länsviss måluppfyllelse	23
4.5	Uppföljning av biologi	23
5	Litteratur	26

1 Inledning

Försurningen av sjöar och vattendrag beror till stor del på svavelutsläpp i utlandet. Svaveldioxid frigörs vid förbränning av fossila bränslen, främst kol och olja, och kan transporteras hundratals mil i atmosfären. I atmosfären reagerar svaveldioxid med vatten, vilket försurar nederbörden. Svaveldioxid kan även färdas bundet till partiklar och i gasform och avsätts då främst i träden i form av torrdeposition. Även kväve frigörs vid förbränning och kan bidra till ytterligare försurning. Kväve är emellertid ett begärligt näringsämne och vid upptag i vegetationen neutraliseras syraeffekten.

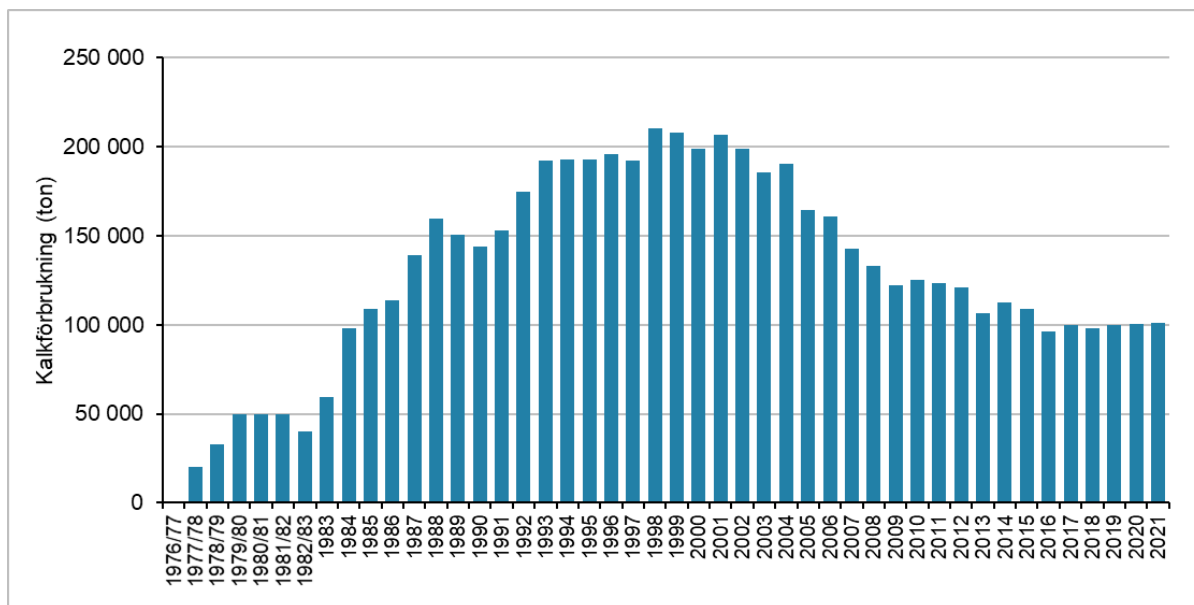
Försurningen innebär att pH-värdet i sjöar och vattendrag sjunker, permanent eller periodvis. Många vattenlevande djur och växter är känsliga för låga pH-värden. Låga pH-värden medför även en ökning av oorganiskt aluminium, vilket gör vattnet än mer toxiskt. Fiskdöd i sjöar och vattendrag på västkusten ledde till att försurningen uppmärksammades på 1960-talet. Abborre, mört och öring försvann från tusentals sjöar och ytterligare tusentals bestånd påverkades negativt (Tammi 2003).

Nedfallet av försurande svavel har minskat till en nivå motsvarande slutet av 1800-talet. Därmed har försurningen av sjöar och vattendrag avtagit, vilket kan utläsas i den övervakning av trendvatten som bedrivs på nationell och regional nivå. Dessa mätningar påbörjades under 1980-talet, strax efter att nedfallet av försurande svavel hade kulminerat. Däremot saknas mätvärden från förindustriell tid, vilket innebär att det inte går att fastställa i vilken grad pH och alkalinitet återgått till naturliga nivåer.

Statsbidrag till kalkning av försurade vatten har funnits i mer än 40 år. Först i form av en försöksperiod och sedan 1982 som ett permanent bidrag. Antalet kalkade vatten expanderade snabbt under 1980-talet. Därefter har verksamheten främst inriktats på att upprätthålla effekten, dvs. omkalkning och effektivisering. Förbrukningen av kalk kulminerade runt millennieskiftet då drygt 200 000 ton spreds årligen. Därefter har förbrukningen halverats. Totalt har drygt 5,9 miljoner ton kalk använts för att motverka försurningen i sjöar och vattendrag.

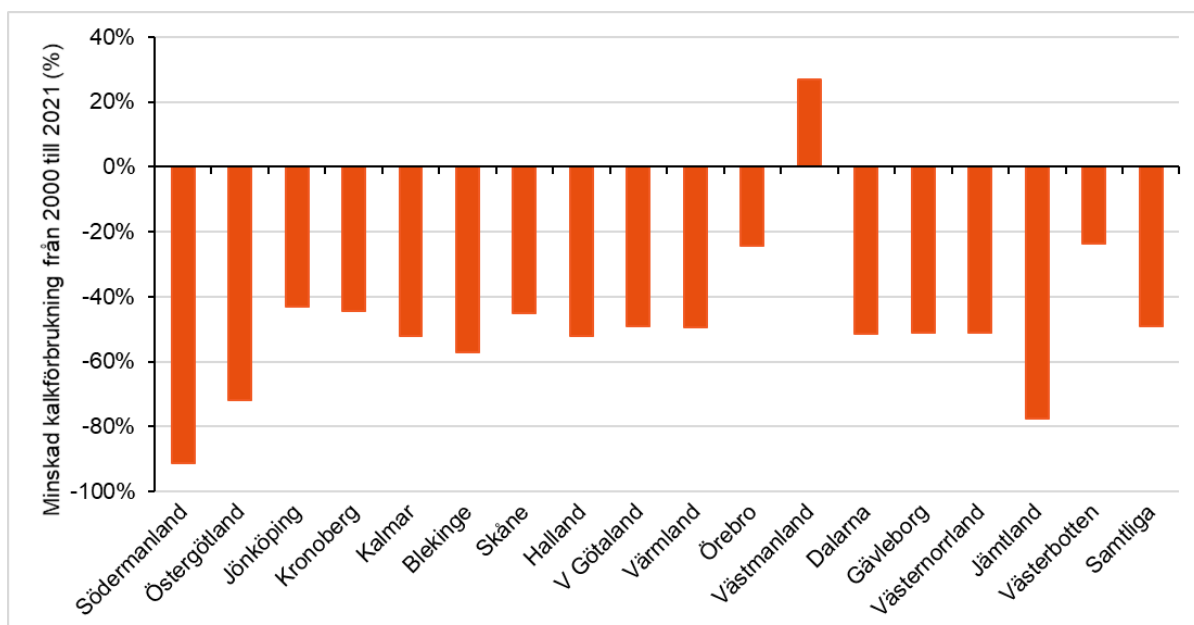
2 Kalkmängder och kalkmedel

Förbrukningen av kalk ökade kontinuerligt från 1982 till 1993 (figur 1). Därefter var kalkåtgången närmast konstant i tio år. Mellan 2002 och 2016 halverades förbrukningen och de senaste fem åren har runt 100 000 ton spridits årligen. För 2021 rapporterade länsstyrelserna en kalkförbrukning på 100 929 ton.



Figur 1. Kalkförbrukningen under perioden 1976 - 2021. 1976/77 - 1982/83 avser den s.k. försöksperioden.

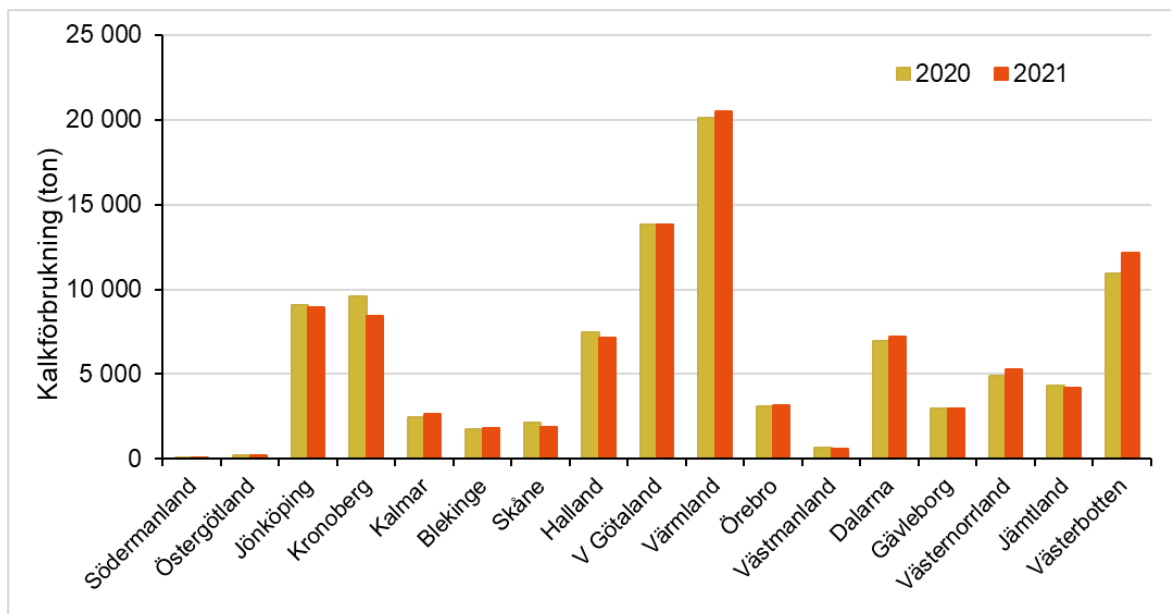
Sedan år 2000 har flertalet län minskat kalkförbrukningen med 40 - 50% (figur 2).



Figur 2. Procentuell skillnad i kalkförbrukning mellan åren 2000 och 2021.

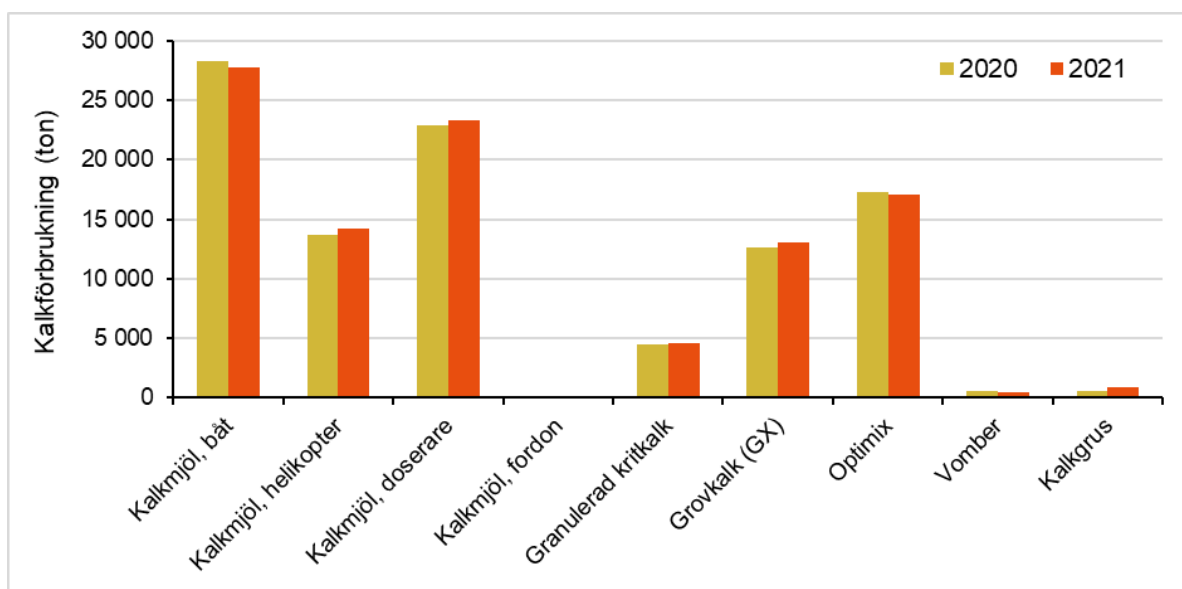
Totalt för hela landet var kalkåtgången under 2021 likartad med 2020, för flertalet län var skillnaderna också marginella. Kronoberg och Västerbotten uppvisade den största förändringen mellan åren (figur 3). I Kronoberg minskade förbrukningen med nästan 1 200 ton, medan den

ökade med motsvarande nivå i Västerbotten. Neddragningen i Kronoberg avsåg både doserarkalk och kalk på våtmarker. Ökningen i Västerbotten berodde mest på en högre förbrukning av doserarkalk, men även på utökad kalkning av sjöar.



Figur 3. Kalkförbrukningen 2021 jämfört med 2020 fördelat på län.

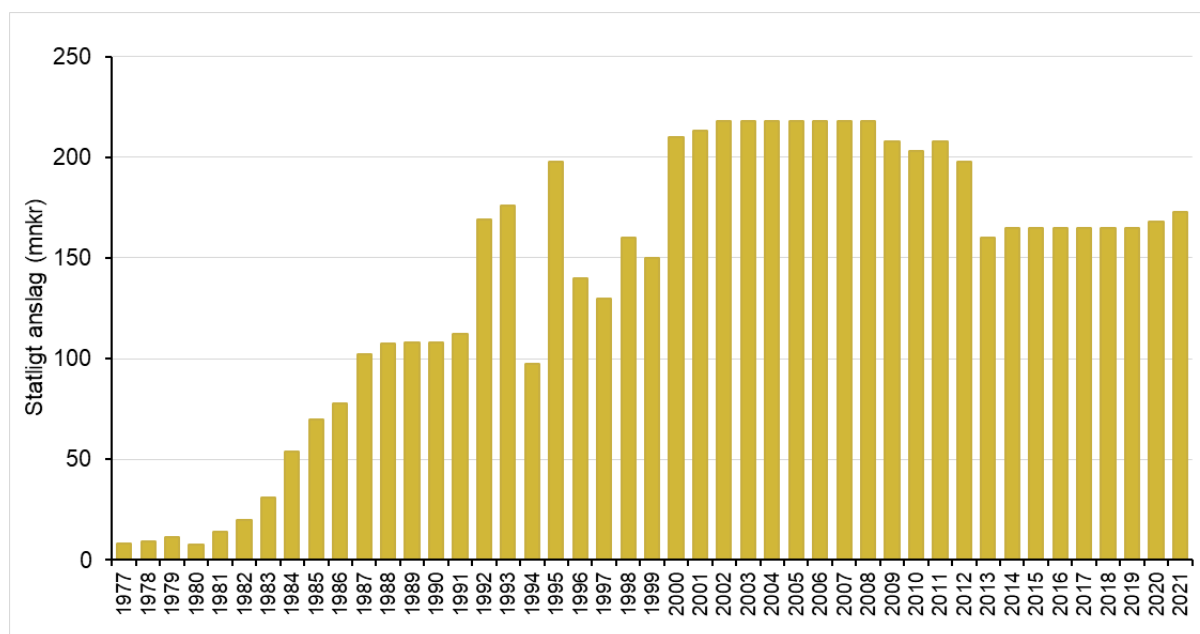
Jämförelsen avseende spridningen av olika kalkprodukter visade likaledes små skillnader mellan 2021 och 2020 (figur 4). Spridning av kalkmjöl med båt är den volymmässigt vanligaste metoden. Kalkmjöl sprids även med helikopter och via kalkdoserare. Totalt utgjorde kalkmjöl ungefär 65 % av förbrukningen, medan grova kalkprodukter svarade för resterande 35 %.



Figur 4. Kalkförbrukningen 2021 jämfört med 2020 fördelat på kalkmedel och spridningsmetod.

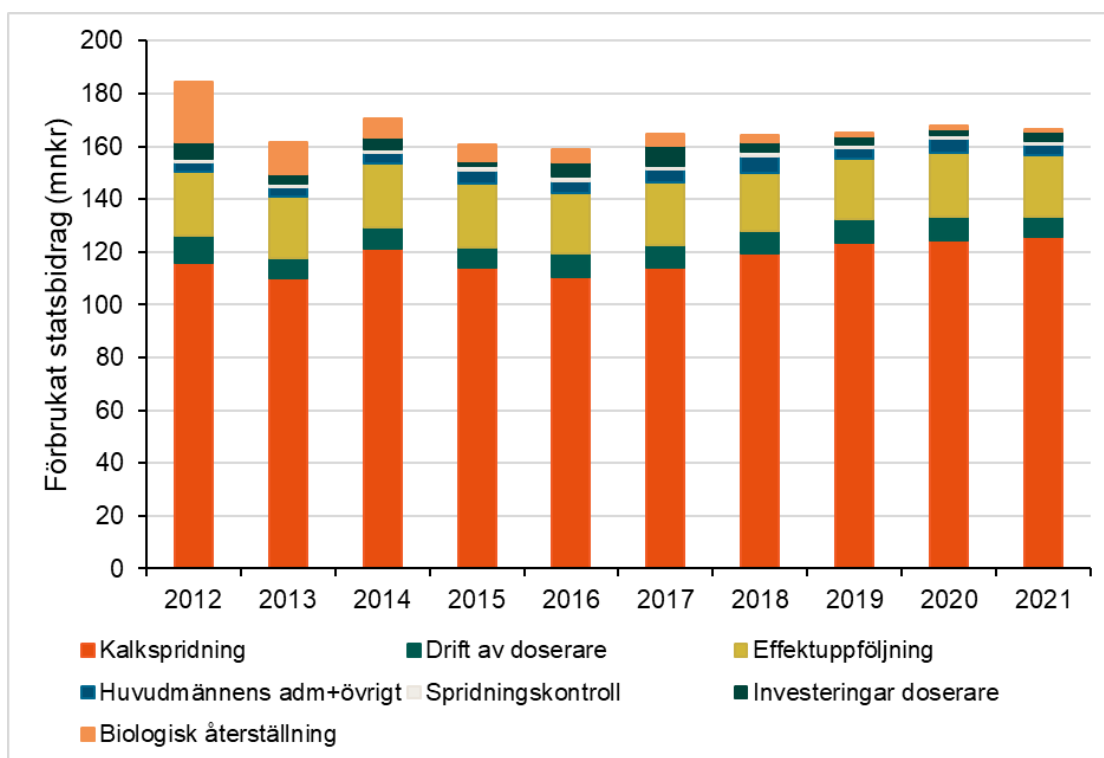
3 Förbrukning av statsbidrag

Sedan 1976 har drygt 6 miljarder kronor i statliga medel anslagits till kalkning, uppföljning, administration och biologisk återställning i kalkade vatten (figur 5). Under perioden 2002 till 2008 var anslaget 218 miljoner kronor. Därefter skedde en sänkning. Sedan 2013 ingår kalkningen i anslaget "Åtgärder för havs- och vattenmiljö" där medel för LOVA-bidrag, fiskevårdsbidrag och ÅGP ingår i samma tilldelningsbeslut till länsstyrelserna. Därmed beslutar respektive länsstyrelse hur mycket som ska användas till kalkning av den totala tilldelningen. Vid fördelningen använde Havs- och vattenmyndighetens ett riktvärde på 165 mnkr för kalkningsverksamheten under åren 2014 - 2021. I slutet av 2020 fördelades ytterligare 2,9 mnkr till Jämtland och Västerbotten, vilket främst avsåg kompensation för onormalt hög förbrukning av doserarkalk. I juli 2021 fördelades närmare 8 mnkr till samtliga länsstyrelser som kompensation för prishöjningar på kalk och kalkspridning. I december 2021 erhöll länsstyrelserna ytterligare 17 mnkr. Dessa medel var främst avsedda att förbrukas under 2022.



Figur 5. Statsanslaget till kalkning av sjöar och vattendrag för perioden 1976 - 2021. Från och med 2013 fördelas medlen som ett integrerat anslag till länsstyrelserna inom anslaget "Åtgärder för havs- och vattenmiljö". Till och med 2012 ingår nationella kostnader, bland annat för den nationella uppföljningen (IKEU). Efter 2012 avser grafen enbart det som fördelats till länsstyrelserna.

Enligt länsstyrelsernas redovisning av nyckeltal har den totala regionala förbrukningen av medel varierat mellan 161 och 170 mnkr sedan 2012. Under 2021 förbrukades 166,5 mnkr, vilket var 1,4 mnkr mindre än 2020. Det antyder att den extra tilldelningen på 8 mnkr bara i liten omfattning användes inom kalkningsverksamheten. Den tolkningen är emellertid missvisande eftersom länsstyrelsernas ekonomisystem visar att den totala medelförbrukningen för kalkningsverksamheten uppgick till 179 mnkr. Skillnaden mot nyckeltalen beror delvis på att länsstyrelserna belastar 1:11 med administrativa kostnader som inte redovisas i nyckeltalen.



Figur 6. Förbrukning av statsbidrag till kalkning av sjöar och vattendrag 2012 - 2021 fördelat på olika kostnadsposter. Data från länsstyrelsernas redovisning av nyckeltal.



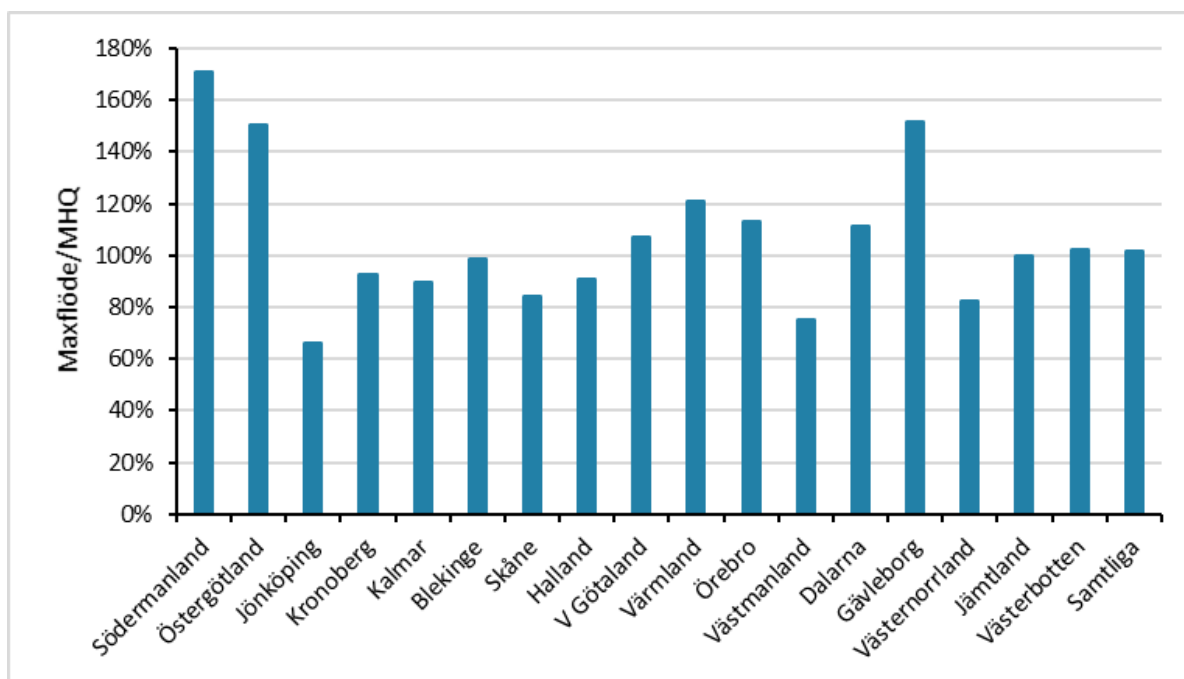
Sjökalkning med IMEK-båt. Foto: Darius Strasevicius.

4 Uppföljning och resultat

Sedan 2019 innefattar nyckeltalen en utökad resultatredovisning av den vattenkemiska uppföljningen. De regionala åtgärdsplanerna innefattade motsvarande redovisning för 2014 - 2018. Redovisningen följer en mall som erhålls från Kalklab i Östersund. Mallen innehåller information om stationstyp (målpoint/styrpoint), längd respektive yta för målområden, kalkningsmetod samt medelhögvattenföring (MHQ). Med utgångspunkt från uppmätt kemi beräknas automatiskt för varje provtillfälle i målpointers tillskott av alkalinitet från kalkningen, okalkad alkalinitet samt okalkat pH (pH_{okalk}). Via ett specialutvecklat verktyg i SMHI:s vattenwebb <https://vattenwebb.smhi.se/kalka/> kompletteras redovisningen med vattenflödet för varje provtillfälle i målvattendrag och relaterar till årets maxflöde och till MHQ.

4.1 Vattenflöden i kalkade målvattendrag under 2021

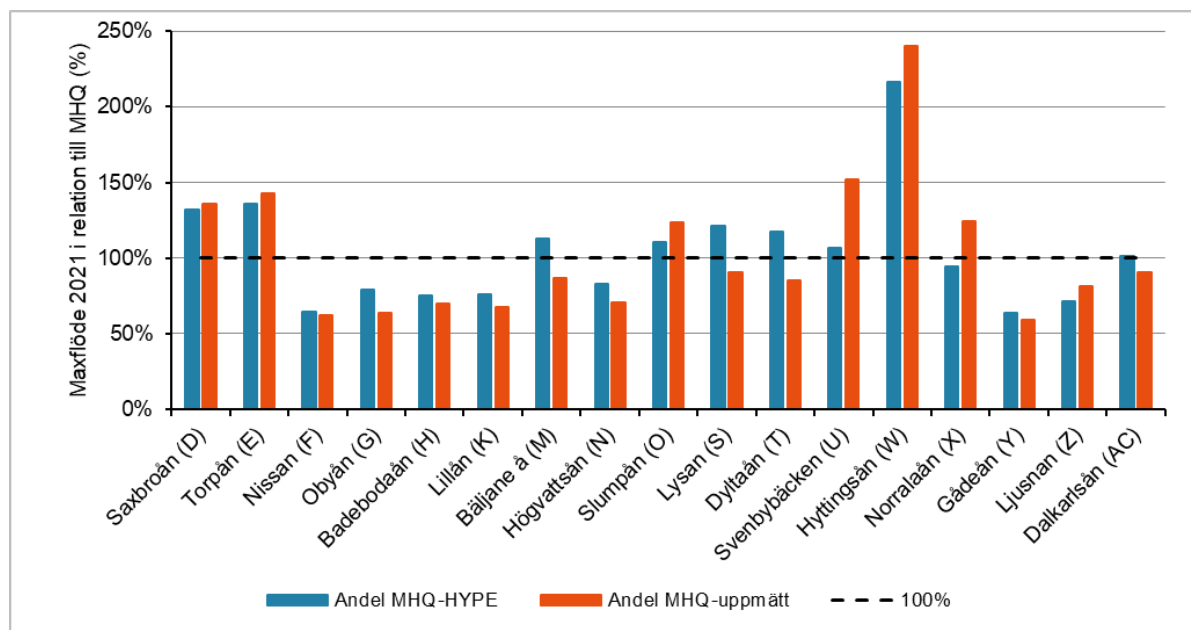
Ett enkelt sätt att bedöma årets maxflöden är att relatera till medelhögvattenflödet (MHQ). **MHQ är ett 30-årigt medelvärde för årets högsta dygnsflöde för perioden 1981 - 2010.** I figur 7 redovisas modellberäknade maxflöden enligt HYPE för 2021 i relation till MHQ som medelvärde för samtliga målpointers i kalkades vattendrag. De regionala skillnaderna var stora med en lägsta notering i Jönköping på 66% av MHQ och den högsta på 171% i Södermanland. Den sistnämnda avser bara ett vattendrag, Ramundsbäcken, som är det enda målvattendraget i Södermanland. Även i Östergötland och Gävleborg var maxflödena höga. Generellt var maxflödena i landets södra del beskedligare än normalt. Sett till samtliga målpointers utgjorde maxflödet 101% av MHQ. Motsvarande värden för 2019 och 2020 var 99% respektive 97%.



Figur 7. Modellberäknade maxflöden enligt HYPE under 2021 i förhållande till medelhögvattenflödet (MHQ) i genomsnitt för samtliga målpointers i målvattendrag. Flödesdata från SMHI.

För att undvika felaktiga slutsatser baserat på modellberäknade vattenflöden behövs en avstämning mot uppmätta flöden. Det kan göras genom att jämföra SMHI:s modellflöden med uppmätta flöden i vattendrag där flödesmätning bedrivs (figur 8). För jämförelsen valdes, om

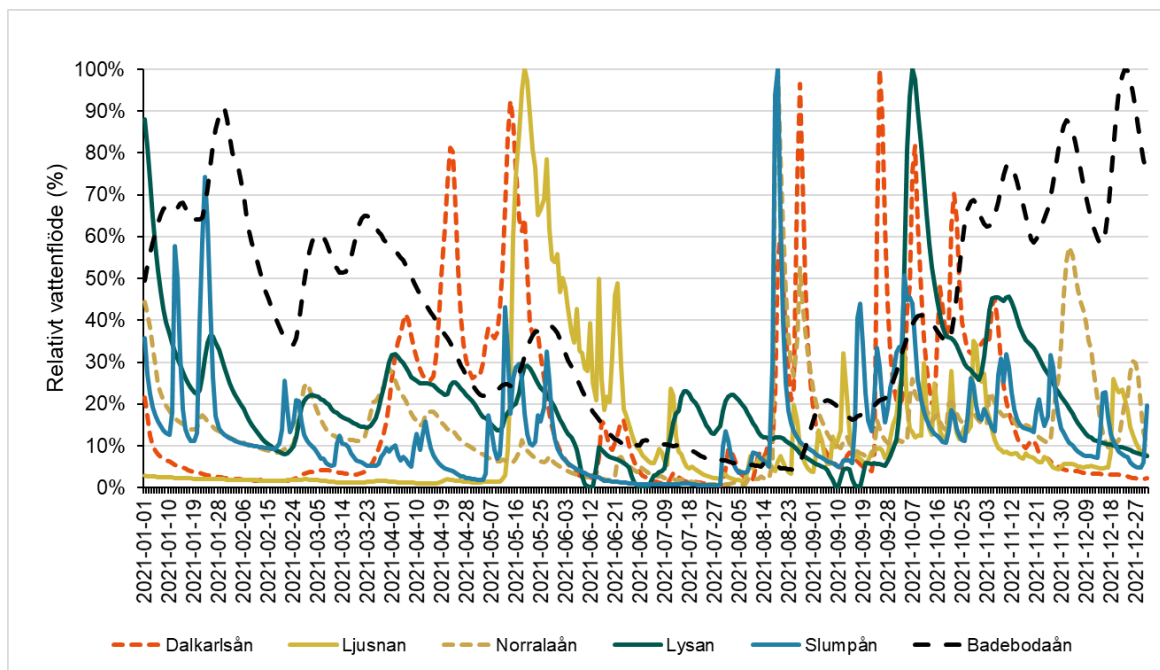
möjligt, ett mindre vattendrag i varje län med geografiskt läge i det mest kalkningsintensiva området.



Figur 8. Modellerade maxflöden (HYPE-data) samt uppmätta maxflöden under 2021 i förhållande till medelhögvattnet (MHQ) för ett urval vattendrag där flödesmätning bedrivs. Data från SMHI.

I framför allt Västmanland, Dalarna och Gävleborg underskattade HYPE de faktiska maxflödena i de redovisade vattendragen (figur 8). I Skåne, Värmland och Örebro ses en betydande överskattning av maxflödet. Naturligtvis speglar utfallet från ett vattendrag inte alla länets kalkade vatten, men det ger en viss indikation. Värt att notera var de extrema flöden som noterades 18 augusti i Hyttingsån i Dalarna. Detta var i samband med de skyfallsliknande regn som gav mer än 100 mm vid 11 av SMHI:s nederbördsstationer i ett område från Gävle och västerut (SMHI 2021). I Gävle uppmättes 161,6 mm under ett dygn.

I figur 9 redovisas relativa dygnsflöden (dygnsflöde/årsmax) under 2021 för sex av vattendragen som ingår i figur 8. Dalkarlsån (Västerbotten) uppvisade två flödestoppar under vårflo den, men också flera höga flöden under hösten. Flödesmätningen i Ljusnan sker vid Funäsdalen och speglar avrinningen från södra fjällkedjan i Jämtland. Vårfloden kulminerade 19 maj och var förhållandevis beskedlig. Därefter var flödena låga under resterande del av året. I Norralaån (Gävleborg) uppmättes de högsta flödena 19 augusti i samband med skyfallen. Resterande del av 2021 var flödena låga. I Lysan (Värmland) inleddes året med höga flöden. Liksom i Norralaån uteblev vårflo den. Årets högsta flöden noterades i stället 7 oktober. Slumpån (V Götaland) nådde ett ganska högt flöde 23 januari. De högsta flödena registrerades emellertid samma dag som i Norralaån, dvs. 19 augusti. I Badebodaån (Kalmar) uppmättes höga flöden under de sista dagarna av januari. I slutet av året registrerades återkommande flödestoppar som kulminerade runt jul då årets högsta flöden uppmättes.

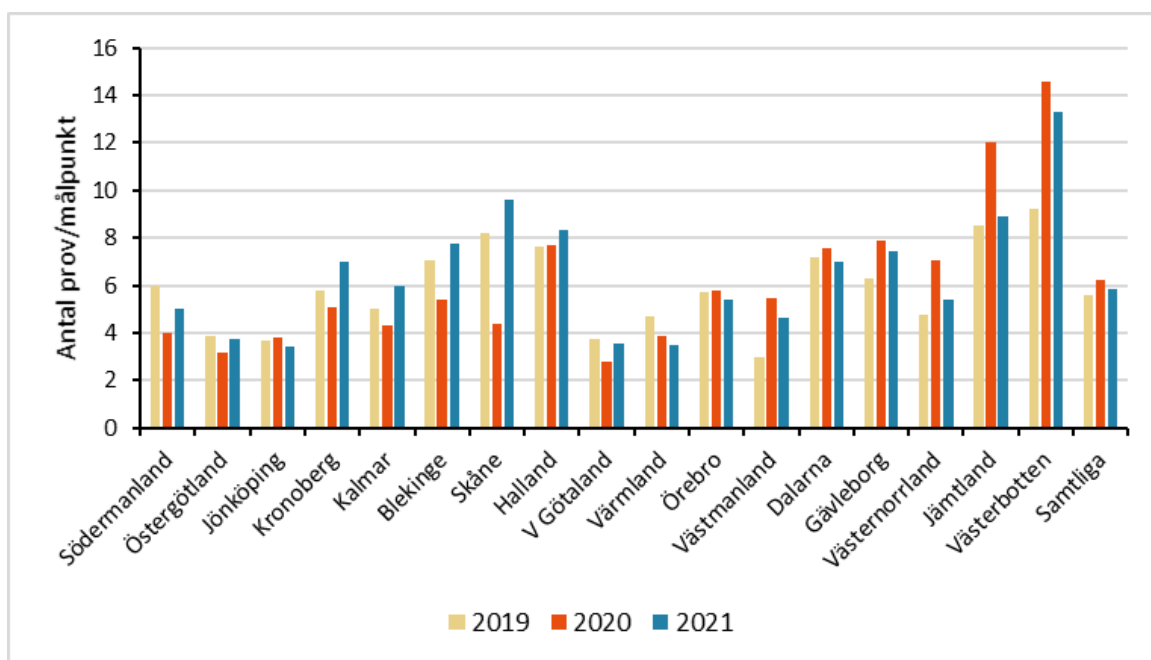


Figur 9. Relativa vattenflöden (dygnsflöde/årsmax) under 2021 för ett urval vattendrag där flödesmätning bedrivs. Data från SMHI.

4.2 Hur fungerade provtagningen av vattendrag under 2021

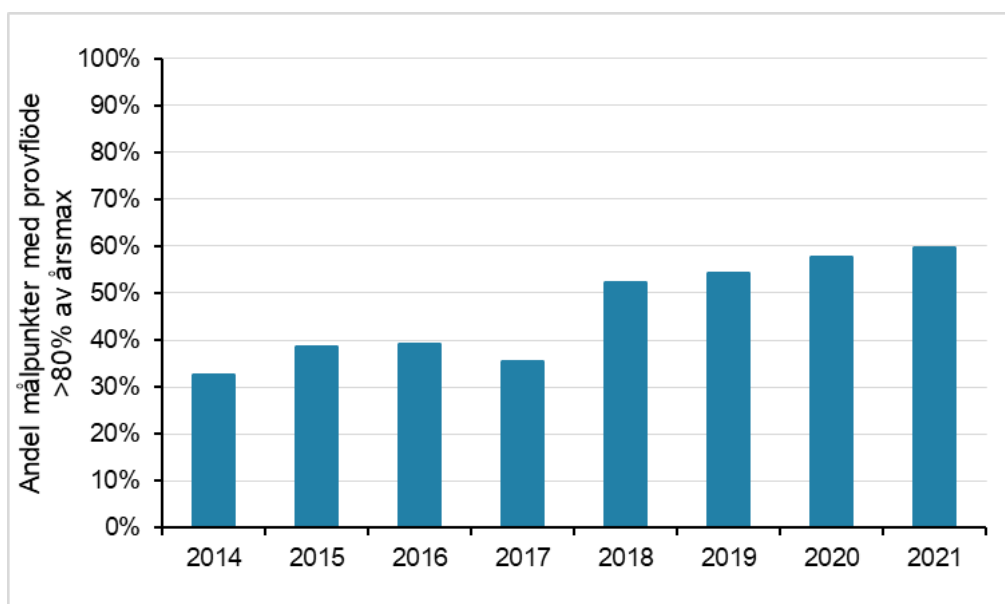
Den vattenkemiska uppföljningen ska vara ifrågasättande utifrån kalkningens förutsättningar att uppnå måluppfyllelse. Det betyder att prover ska insamlas när pH förväntas vara som lägst. Uppmätt pH och alkalinitet beror på pH i tillrinnande vatten (pH_{okalk}) och på den mängd alkalinitet som kalkningen tillför. Valet av provtagningstillfällen behöver både ta hänsyn till hur pH skulle varierat utan kalkning och hur alkalinitetstillskottet förväntas variera från kalkade sjöar, våtmarker och doserare. Eftersom det är omöjligt att exakt förutspå när förhållandena är som mest kritiska behövs flera prover under ett år. I vattendrag rekommenderar kalkningshandboken minst 6 prover/år vid kalkning av sjöar och våtmarker och minst 10 prov nedströms doserare. Alla prov ska insamlas vid förväntat kritiska tillfällen, vilka infaller vid höga flöden och vid ökande flöden. När sjöar kalkas för nedströmseffekt är även islagda perioder kritiska och när doserare nyttjas är naturligtvis tillfällen med driftstörningar kritiska.

Under 2021 insamlades i genomsnitt 5,9 prov/målpunkt, vilket var likvärdigt med 2019 och 2020 (figur 10). Lägst provfrekvens hade Jönköping (3,4 prov/målpunkt), Värmland (3,5), V Götaland (3,6) och Östergötland (3,7). Dessa hade även låg frekvens 2019 och 2020, vilket antyder en systematisk brist. Den högsta frekvensen noterades i Västerbotten (13,3 prov/målpunkt), Skåne (9,6) och Jämtland (8,9).



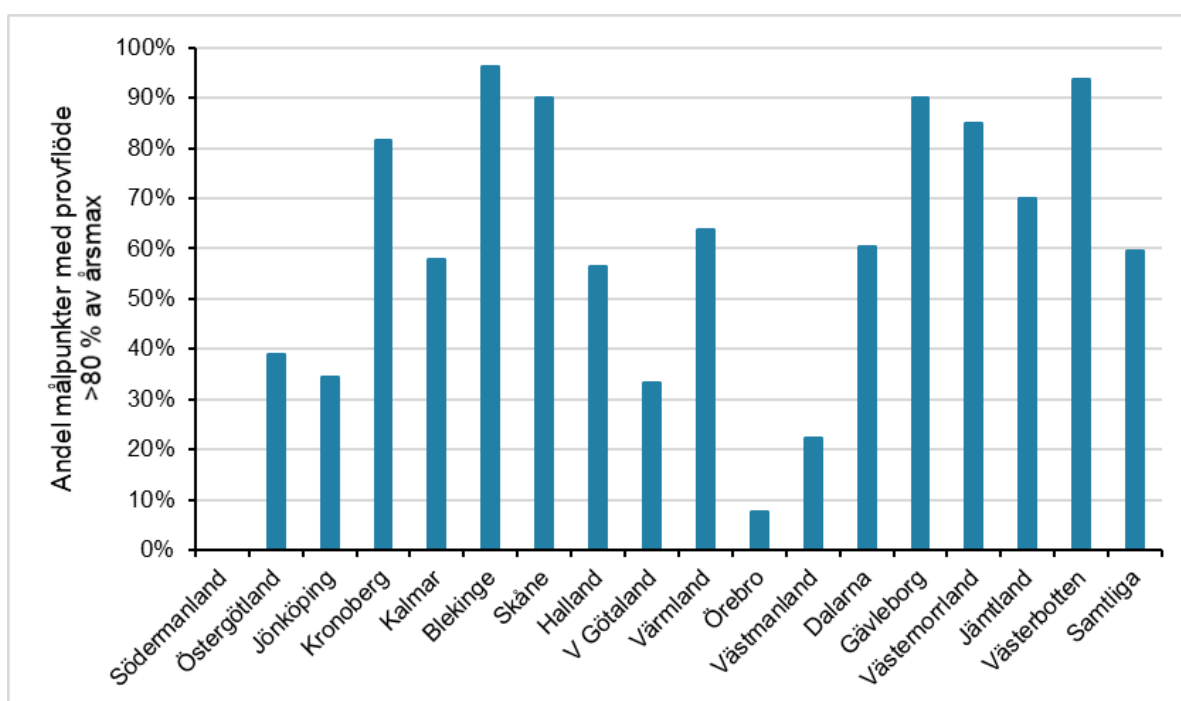
Figur 10. Antal insamlade vattenprov/målpunkt i kalkade vattendrag under 2019 - 2021.

Vid nyckeltalsredovisningen 2014 infördes ett villkor som stipulerade att uppnådd målpuppfyllelse förutsätter att minst ett prov insamlats vid höga flöden. Villkoret var möjligt att införa i och med utvecklingen av HYPE-data som innebar tillgång till modellerade flödesuppgifter med hög regional upplösning. Nivån för höga flöden sattes till 50% av årets maxflöde, vilket innebär att villkoret var betydligt mildare än rekommendationerna i kalkningshandboken. Det var en pragmatisk lösning för att undvika att okänd målpuppfyllelse skulle anges för merparten av målvattendragen. De senaste åren har Havs- och vattenmyndigheten genomfört flera utvärderingar av sambanden mellan provflöden och målpuppfyllelse. Dessa antyder att provflödet bör vara minst 80% av maxflödet för att medge en trovärdig skattning av målpuppfyllelsen. Sedan flödesvillkoret infördes har andelen målpunkter med provflöden >80% av årsmax nästan fördubblats, från 32 till 60% (figur 11). **Från och med 2022 kommer därför flödesvillkoret vid rapporteringen av nyckeltal att höjas till 80% av årsmax.**

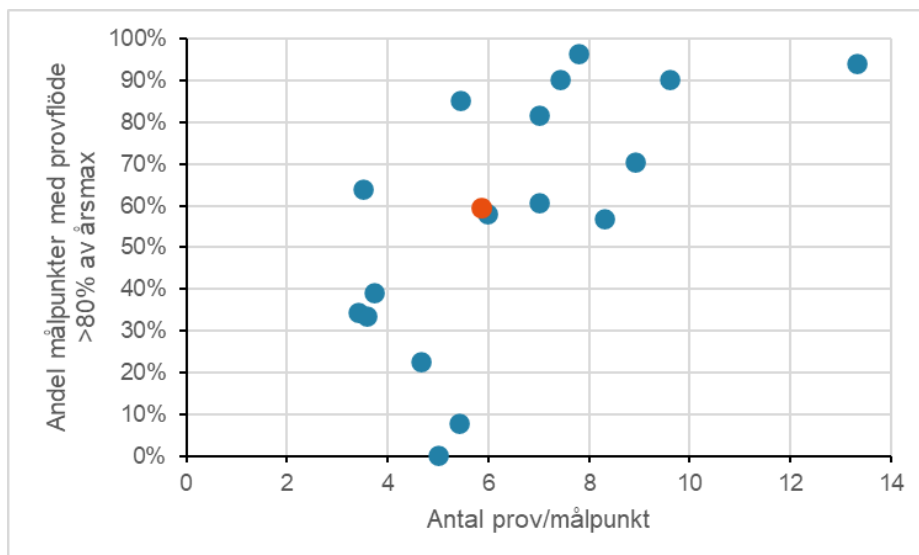


Figur 11. Andel mÅlpunkter i kalkade vattendrag som provtagits vid höga flöden (>80% av Årsmax) under perioden 2014 - 2021.

Länens förmåga att insamla vattenprover vid höga flöden varierade betÅnkligt under 2021 (figur 12). Län med liten verksamhet uppvisade generellt svaga utfall. Till dessa räknas Södermanland, Östergötland, Örebro och Västmanland som tillsammans omfattar fyra procent av totalantalet mÅlpunkter. Mera anmärkningsvärt var den svaga högflödesprovtagningen i V Götaland och Jönköping. Dessa utgör tillsammans 28% av totalantalet mÅlpunkter och låg även i botten avseende provfrekvens. Detta belyser svårigheten att uppnå bra högflödesprovtagning vid låg provfrekvens (figur 13).



Figur 12. Andel mÅlpunkter i kalkade vattendrag som provtagits vid höga flöden (>80% av Årsmax) under 2021.

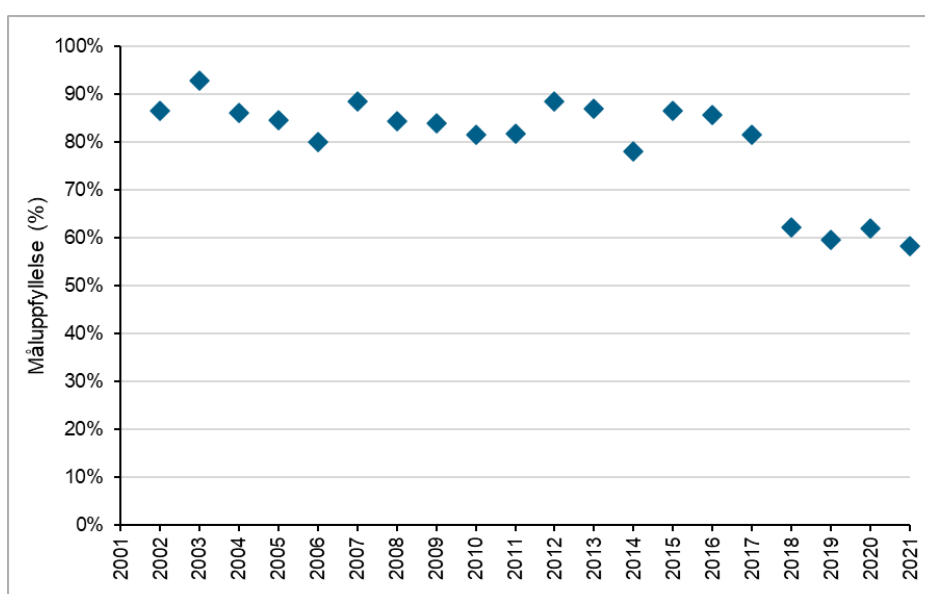


Figur 13. Andel målpunkter med provflöden över 80% av årets maxflöde i förhållande till antal prov/målpunkt vid provtagning under 2021. De blå markeringarna avser enskilda län och den orangea är genomsnittet för samtliga målpunkter.

4.3 Vattenkemisk måluppfyllelse i vattendrag

4.3.1 Utvecklingen över tid

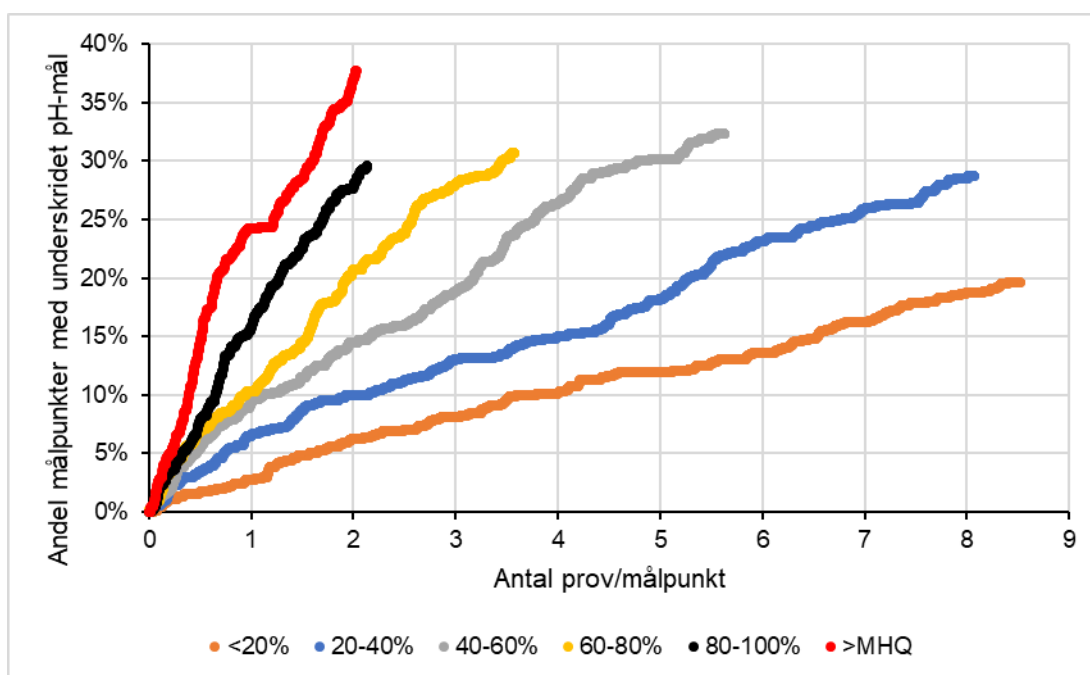
Den vattenkemiska måluppfyllelsen redovisas i nyckeltalen sedan 2002. Den baseras på längd av målvattendrag, vilket innebär att varje målpunkt representerar en viss sträcka. Vanligen finns en målpunkt/målvattendrag, men det förekommer att längre målsträckor är uppdelade med en målpunkt/delsträcka. Måluppfyllelsen beräknas som andel med uppfyllt mål i förhållande till de med känd målstatus. Det betyder att de med okänd status inte medräknas. Innan 2014 gavs okänd status enbart till målsträckor som helt saknade vattenkemisk uppföljning under året. Efter att flödesvillkoret infördes ökade andelen med okänd status från 1 - 3 % till 10 - 15%. Från 2002 till och med 2017 pendlade den rapporterade måluppfyllelsen i princip mellan 80 och 90% med en svagt negativ tendens. Därefter har den legat runt 60% (figur 14).



Figur 14. Vattenkemisk måluppfyllelse baserad på längd av målvattendrag. Data från länsstyrelsernas redovisning av nyckeltal.

Ur figur 11 framgår att förmågan att insamla vattenprover vid höga flöden förbättrades under perioden 2014 - 2021. Havs- och vattenmyndigheten har inte tillgång till äldre data. Granskningen av de regionala åtgärdsplanerna för 2003 - 2007 samt 2010 - 2015 antyder emellertid att uppföljningen kan ha varit ännu svagare innan 2014. Det är uppenbart att den måluppfyllelse som redovisas i nyckeltalen ger en alltför positiv bild av den faktiska situationen. Den nedgång som ses under de senaste fyra åren orsakades inte av en försämrad kalkning, utan är en effekt av förbättrad provtagning. Trots förbättrad provtagning är överskattningen av måluppfyllelsen fortfarande betydande.

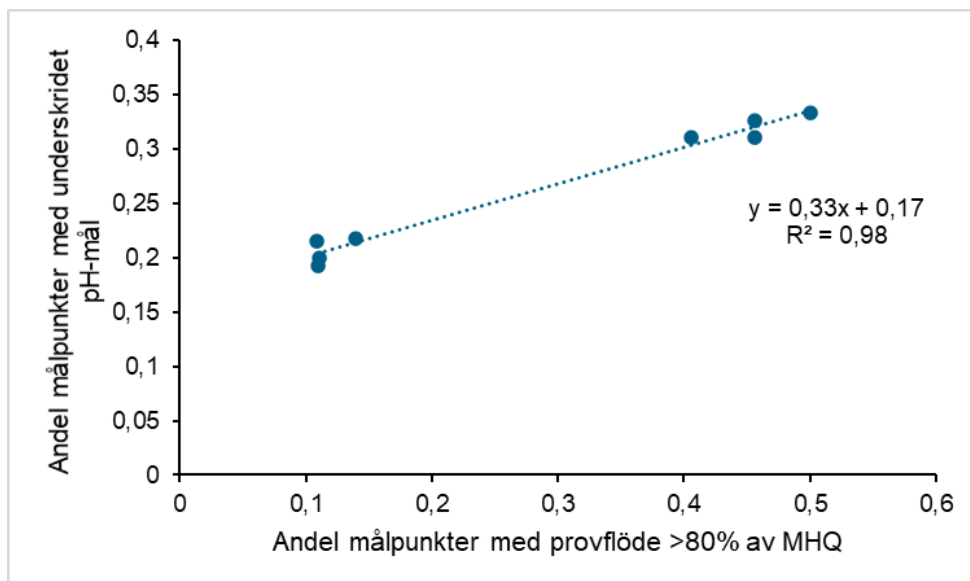
Figur 15 visar andel målpunkter med underskridet pH-mål i förhållande till antal insamlade prov/målpunkt. Den baseras på samtliga provtillfällen vid målpunkter 2014 - 2020. Förhållandet redovisas för sex olika flödesintervall relaterat till MHQ för respektive målpunkt. Av figuren framgår att förutsättningen för att upptäcka bristande måluppfyllelse förbättras ifall vattenprover insamlas vid höga flöden och vid flera tillfällen. Detta är känt sedan länge och utgör orsaken till rekommendationerna i kalkningshandboken. Ur figuren kan exempelvis utläsas att 10% av målpunkterna underskred pH-målet ifall ett prov/målpunkt insamlats när flödet uppgick till 40 - 60% av MHQ. Vid motsvarande provtagningsinsats när flödet överskred MHQ underskreds pH-målet vid 24% av målpunkterna. Om i genomsnitt två prover insamlats vid flöden över MHQ uppvisade 37% bristande måluppfyllelse. Därmed är det uppenbart att den noterade måluppfyllelsen i hög grad är beroende på i vilken omfattning vattenprov insamlas i samband med höga flöden. Samtidigt visar figuren även betydelsen av provtagning vid låga flöden. Under 2014 – 2020 underskred 19 % av målpunkterna pH-målet vid ett eller flera tillfällen även vid mycket låga flöden (<20% av MHQ).



Figur 15. Andel målpunkter med underskridet pH-mål i förhållande till genomsnittligt antal prov/målpunkt redovisat för sex olika flödesintervall baserat på provflöden i förhållande till MHQ. Data från samtliga målpunkter 2014 – 2020.

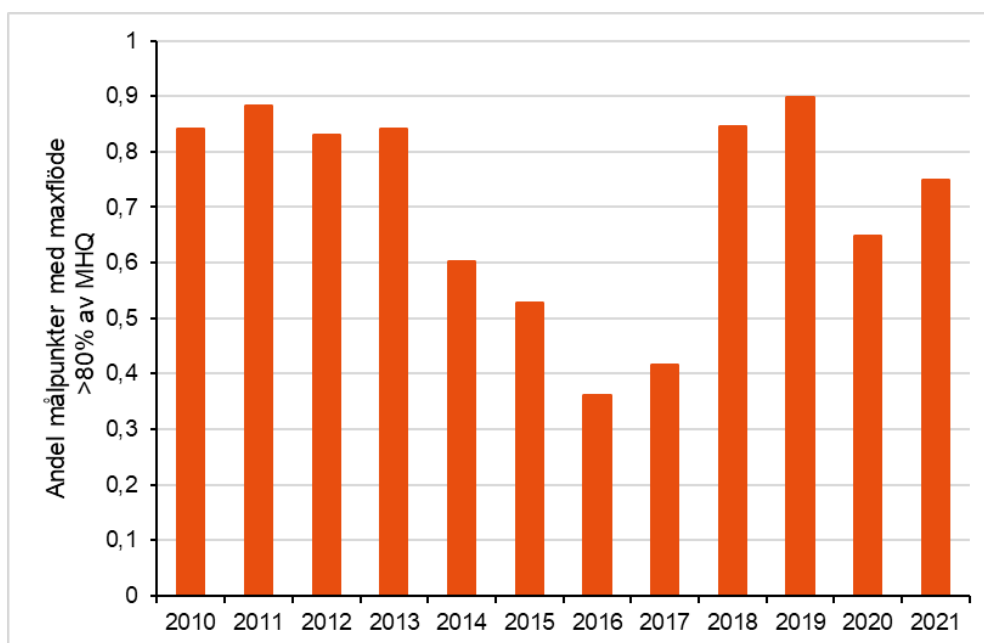
Det är omöjligt att med säkerhet bedöma nivån på måluppfyllelsen ifall samtliga län bedrev en uppföljning enligt kalkningshandboken. Även om alla data från 2014 till och med 2020 beaktas saknas vattenprover vid flöden över MHQ från drygt hälften av målpunkterna. Strax över hälften hade prover från flöden 80 - 100% av MHQ. Tillgången på högflödesprover var inte heller jämnt

fördelad över landet, snarare tvärtom. Trots detta uppvisade den noterade måluppfyllelsen på årsbasis ett starkt samband med andel målpunkter som provtagits vid flöden över 80% av MHQ (figur 16).



Figur 16. Andel målpunkter med underskridet pH-mål i förhållande till andelen som provtagits vid flöden >80% av MHQ. Punkterna visar resultatet för enskilda år 2014 - 2021 och avser samtliga målpunkter i landet.

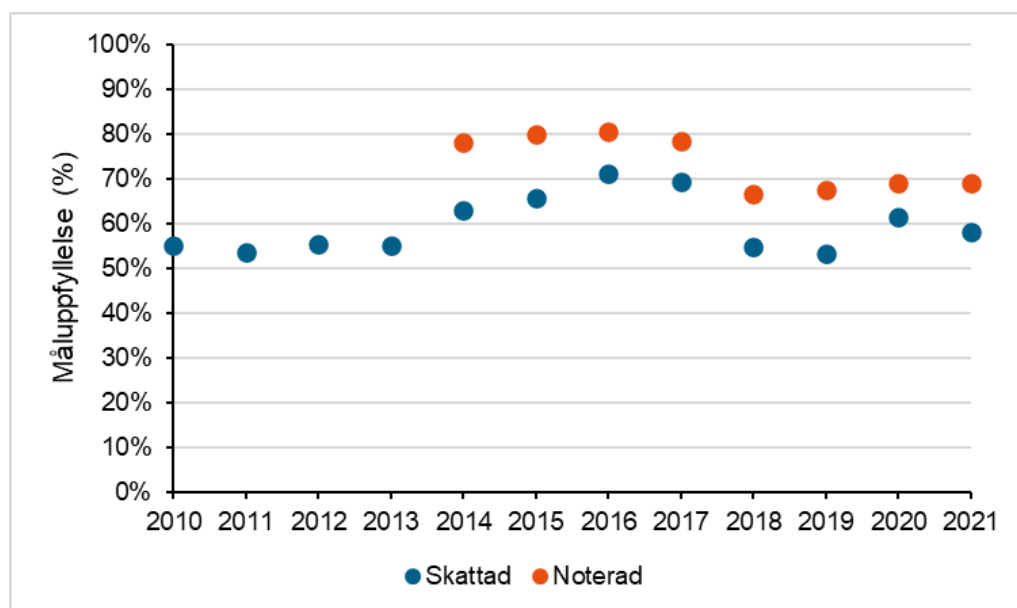
Det erhållna sambandet nyttjades för att skatta måluppfyllelsen ifall samtliga målpunkter som nådde flöden över 80% av MHQ även provtagits vid sådana flöden. Andel målpunkter med flöde >80% av MHQ skattades på årsbasis för 2010 - 2021 med utgångspunkt från HYPE-data. Åren 2016 och 2017 avvek med låga maxflöden i en stor del av de kalkade vattendragen (figur 17).



Figur 17. Andel målpunkter med maxflöde >80% av MHQ. Data från SMHI.

Den skattade måluppfyllelsen bygger på antagandet att effekten av kalkningen inte nämnvärt förändrats mellan åren. Den noterade måluppfyllelsen skulle, för flertalet år, varit mellan 10 och

15% lägre ifall provtagningen innefattat högflödesprover från samtliga målpunkter (figur 18). Utfallet motsvarar emellertid inte en förväntat nivå ifall provtagningen genomförts enligt rekommendationerna i kalkningshandboken. Ur figur 15 framgår betydelsen av såväl provfrekvens som provflöden, men i underlaget till figur 16 hade bara 20 - 25% av målpunkterna provtagits vid fler än ett högflödestillfälle/år (>80% av MHQ). Dessutom fanns få prov från riktigt höga flöden (>MHQ). Under åren 2014 - 2016 insamlades sådana prover vid färre än 20% av de lokaler som nådde flöden över MHQ. De senaste åren ökade andelen till ungefär 50%. Enligt modellen var måluppfyllelsen lägst 2019 med strax över 50%. Om samtliga län följt rekommendationerna i kalkningshandboken skulle nivån med säkerhet varit under 50%. Att spekulera huruvida den även skulle varit lägre än 40% är inte meningsfullt då osäkerheterna blir alltför stora.



Figur 18. Noterad och skattad måluppfyllelse baserad på andel målpunkter. Nivån på måluppfyllelsen är inte jämförbar med den som redovisas i figur 14 eftersom den baseras på längd av målsträcka.

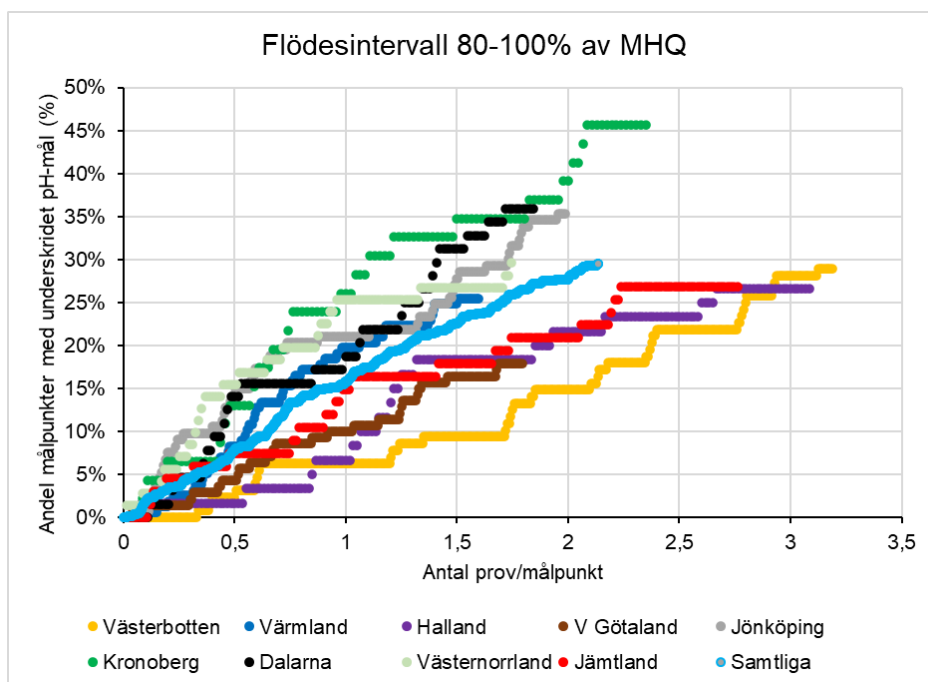
4.3.2 Länsvis måluppfyllelsen baserat på målpunkter

Att jämföra måluppfyllelsen mellan olika län, eller mellan kalkningsmetoder, är en lika stor utmaning som jämförelsen över tid. Kvalitetsskillnaderna avseende den vattenkemiska uppföljningen är så stora mellan länen att det är meningslöst att redovisa måluppfyllelsen från nyckeltalen utan korrigering för det ojämna provtagningsunderlaget. Trots att det skett en generell förbättring är provtagningen fortfarande undermålig i 4 - 6 län och otillräcklig i ytterligare 4 - 8 län. Vid granskningen av de regionala åtgärdsplanerna utvecklade Havs- och vattenmyndigheten en metod som medger att måluppfyllelsen kan jämföras vid likvärdiga förutsättningar avseende provflöden och provtagningsfrekvens. Metoden innebär att målpunkter och provtillfällen som saknar kalkbehov ($\text{pH}_{\text{okalk}} > \text{pH-mål}$) exkluderas. Därmed undviks att avsaknad av kalkbehov bedöms som uppfyllt mål, vilket det inte görs i nyckeltalsredovisningen. Förfaringssättet är samma som redovisas för hela landet i figur 15. Resultatet visar hur kalkningen förmår att uppnå pH-målen i sex olika flödesintervall. Genom att nyttja data från flera år ökar andelen målpunkter som ingår i bedömningen. För att det ska vara meningsfullt att redovisa utfallet på årsbasis behövs en betydande utökning av provtagningen.

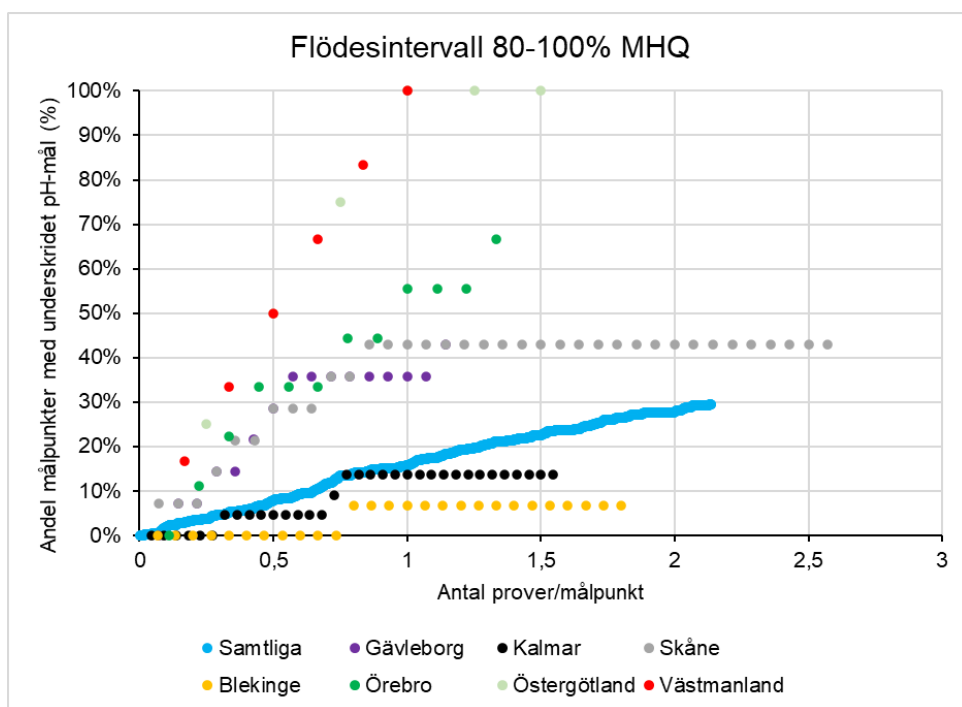
Vid bedömningen av åtgärdsplanerna användes data från sju år (2014 - 2020). Metodiken möjliggör jämförelser mellan olika län och mellan olika kalkningsmetoder. Om det finns tillräckligt med data kan även jämförelse göras mellan olika tidsperioder. Metoden utvecklades för att bedöma måluppfyllelse och ger inte information ifall pH-målen underskridits vid fler än ett tillfälle/målpunkt eller med hur mycket målen underskridits. Av tidsmässiga skäl ingår inte data från 2021 i figur 19 - 21. Ifall dessa avviker med betydligt lägre måluppfyllelse inom något eller några flödesintervall kan det påverka utfallet.

I figur 19 redovisas, som exempel, de nio län som hade flest målpunkter provtagna i flödesintervall 80 - 100% av MHQ. I figur 20 redovisas övriga län. Spridningen var större mellan de små kalklänen (figur 20) än de stora (figur 19). För att skatta den faktiska måluppfyllelsen ska bedömningen baseras på så många målpunkter och provtillfällen som möjligt, dvs. längst till höger på graferna. Även för län med hög provfrekvens visar graferna i figur 19 att det tillkom målpunkter med underskridet mål efter att provfrekvensen i genomsnitt överskred 3 prov/målpunkt. Detta är inte överraskande. Utfallet för de lägre flödesintervallen redovisas inte, men i dessa var provfrekvensen högre. Där framgår att målpunkter med underskridet mål tillkom även efter att 16 prov/målpunkt insamlats. Det behövs således mycket data för att graferna ska plana ut på den nivå som visar faktisk måluppfyllelse, dvs. andelen målpunkter där pH-målet "aldrig" underskrids.

Det går att beräkna jämförelsemått baserat på varje läns uppnådda provfrekvens, men det blir tämligen obegripligt. Mera begripligt är att jämföra länen vid samma provfrekvens. För att samtliga län i figur 19 ska kunna jämföras vid samma provfrekvens behöver detta ske vid 1,6 prov/målpunkt, vilket var den nivå som Värmland nådde. Förfarandet medger att jämföra länen sinsemellan (tabell 1), men nivån vid 1,6 prov/målpunkt kan inte användas för att skatta den faktiska måluppfyllelsen. Av figur 19 framgår att rangordningen mellan länen kan förändras över tid i takt med att bedömningen blir säkrare.



Figur 19. Andel målpunkter med underskridet pH-mål i förhållande till genomsnittligt antal prov/målpunkt. Avser prov som insamlats i flödesintervall 80 - 100% av MHQ. Län som ligger under den ljusblå grafen hade högre måluppfyllelse än riksnittet. Data från 2014 - 2020.



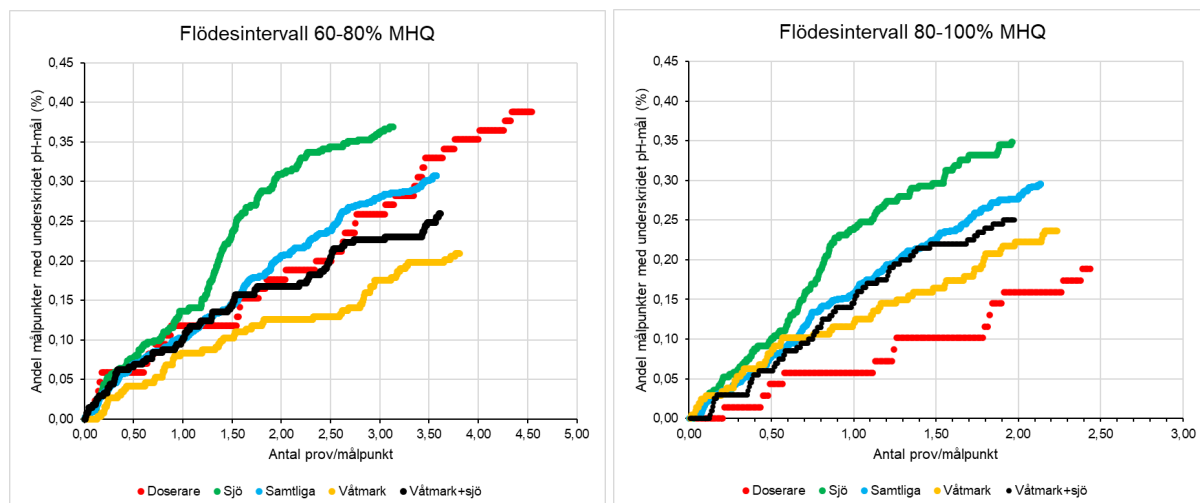
Figur 20. Andel målpunkter med underskridet pH-mål i förhållande till genomsnittligt antal prov/målpunkt. Avser prov som insamlats i flödesintervall 80 - 100% av MHQ. Län som ligger under den ljusblå grafen hade högre måluppfyllelse än rikssnittet. Data från 2014-2020.

Tabell 1. Vattenkemisk måluppfyllelse avläst från figur 19. Måluppfyllelsen avser flödesintervall 80 - 100% av MHQ vid en provfrekvens på 1,6 prov/målpunkt. Data från 2014 - 2020.

Län	Måluppfyllelse
Västerbotten	91%
V Götaland	84%
Halland	82%
Jämtland	82%
Värmland	75%
Västernorrland	73%
Jönköping	71%
Dalarna	67%
Kronoberg	65%
Samtliga	76%

4.3.3 Måluppfyllelse beroende på kalkningsmetod

I figur 21 som visar måluppfyllelse för respektive kalkningsmetod innefattar doserare även sådana målpunkter som kalkas via en kombination av doserare och uppströms sjöar. Sammanslagningen gjordes för att dessa metoder uppvisade likartade värden, varmed en större datamängd erhöles. Figuren baseras på samtliga målpunkter från 2014 – 2020. Rangordningen mellan metoderna varierade något mellan de olika flödesintervallen. Detta gällde särskilt intervallet 80 - 100% av MHQ där kalkning med doserare gav bäst utfall. I övriga fem flödesintervall var våtmarkskalkning den bästa metoden. Kalkning via uppströms sjöar gav svagast måluppfyllelse i samtliga sex flödesintervall, dvs. oavsett om flödet var lågt eller högt.



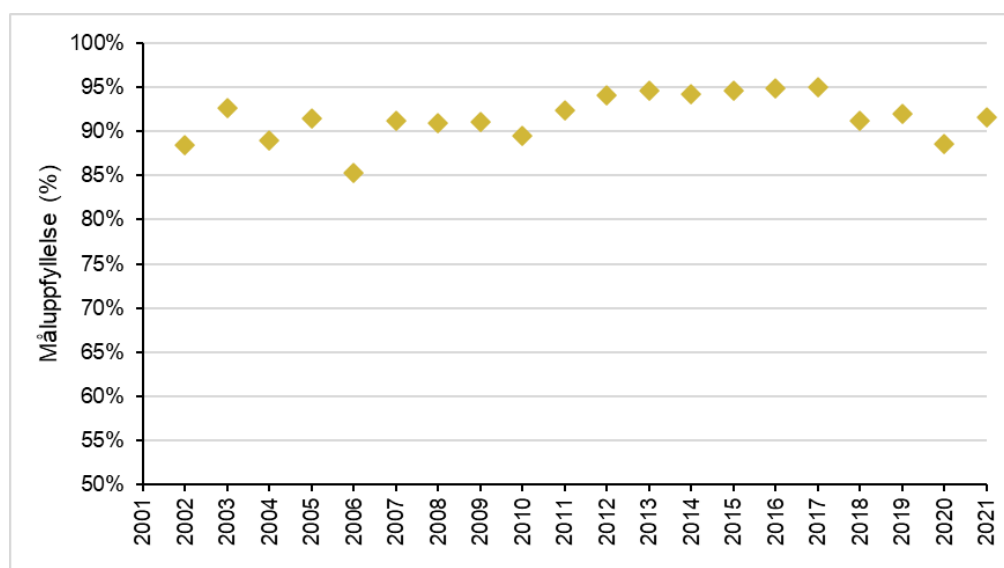
Figur 21. Andel målpunkter med underskridet pH-mål i förhållande till genomsnittligt antal prov/målpunkt. Avser prov som insamlats i flödesintervall 60 - 80% av MHQ respektive 80 - 100% av MHQ. Data från samtliga målpunkter 2014 - 2020.

4.4 Vattenkemisk måluppfyllelse i sjöar

4.4.1 Utvecklingen över tid

Även i kalkade sjöar är det vattenkemiska utfallet beroende på provtagningstidpunkt, men också på provtagningsplats. Till skillnad mot vattendragen finns några reservationer vid provtagning av sjöar som i praktiken betyder att de lägsta pH-värdena sällan detekteras. Rekommendationerna i kalkningshandboken från 2010 innebär att måluppfyllelsen i sjöar inte ska baseras på prover som insamlas vid strandzoner eller i sjöutlopp i samband med, eller strax efter, islossningen.

I nyckeltalen rapporteras måluppfyllelsen både som andel sjöar och andel sjöyta. I medeltal sedan 2002 har andelen sjöar med uppfyllt mål legat på strax under 92% (figur 22). En betydande ökning skedde efter 2010, vilket sannolikt berodde på de rekommendationer som infördes 2010. De senaste fyra åren har måluppfyllelsen åter minskat. Efter en ovanligt låg notering för 2020 ökade måluppfyllelsen till strax över 91% för 2021.



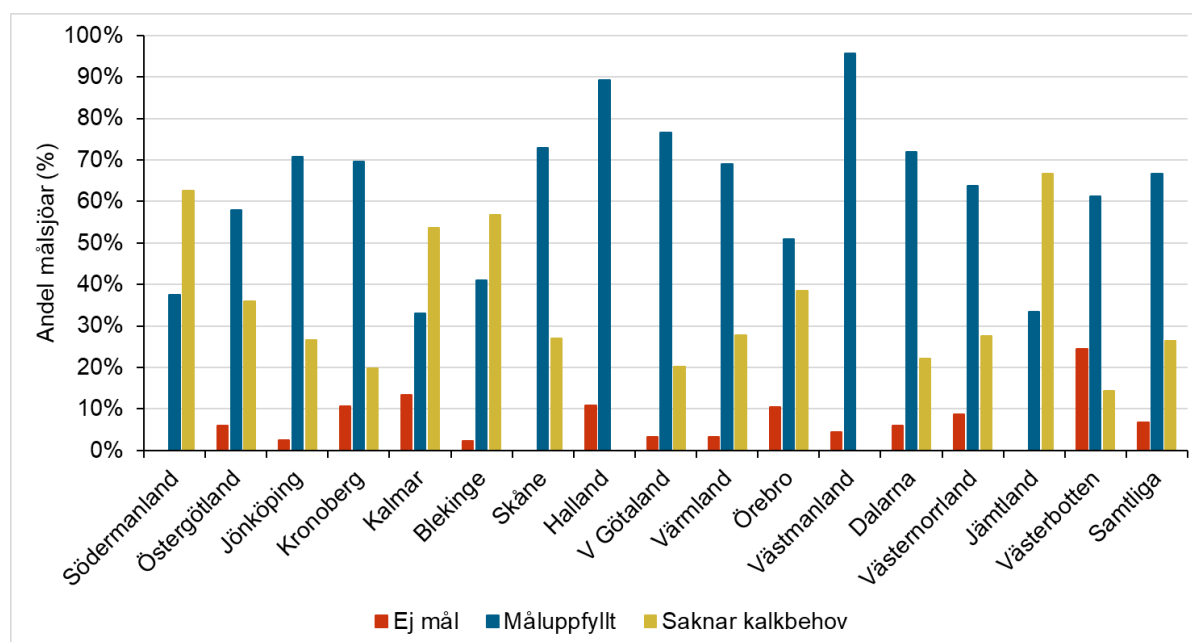
Figur 22. Rapporterad vattenkemisk måluppfyllelse 2002 - 2021 baserad på antal kalkade målsjöar. Data från länsstyrelsernas redovisning av nyckeltal.

4.4.2 Länsvis måluppfyllelse

Totalt insamlades 3 902 vattenprov från 2 145 målsjöar under 2021. Vid 173 provtillfällen (4,4 %) underskreds pH-målet. Antalet sjöar med underskridet mål uppgick till 146 (6,8 %). Under 2020 underskreds pH-målet vid 7 % av provtillfällena och på 12,2 % av sjöarna.

Med den nya redovisningsmallen är det möjligt att skatta antalet sjöar som skulle klarat pH-målet utan kalkning, vilket uppgick till 568 sjöar (26 %) (figur 23). I Jämtland saknade 67% av målsjöarna kalkbehov under 2021. Även i Södermanland (62%), Blekingen (57%) och Kalmar (54%) skulle många målsjöar sannolikt klarat pH-målet utan kalkning. I det sammanhanget är det viktigt att poängtera att skattningen av pH_{okalk} baseras på ett "normalförhållande" mellan pH och alkalinitet och därmed innefattar en betydande osäkerhet. Skattningen tar exempelvis inte hänsyn till att kolsyratrycket varierar, vilket kan leda till en överskattning av antalet sjöar som skulle klarat pH-målet utan kalkning.

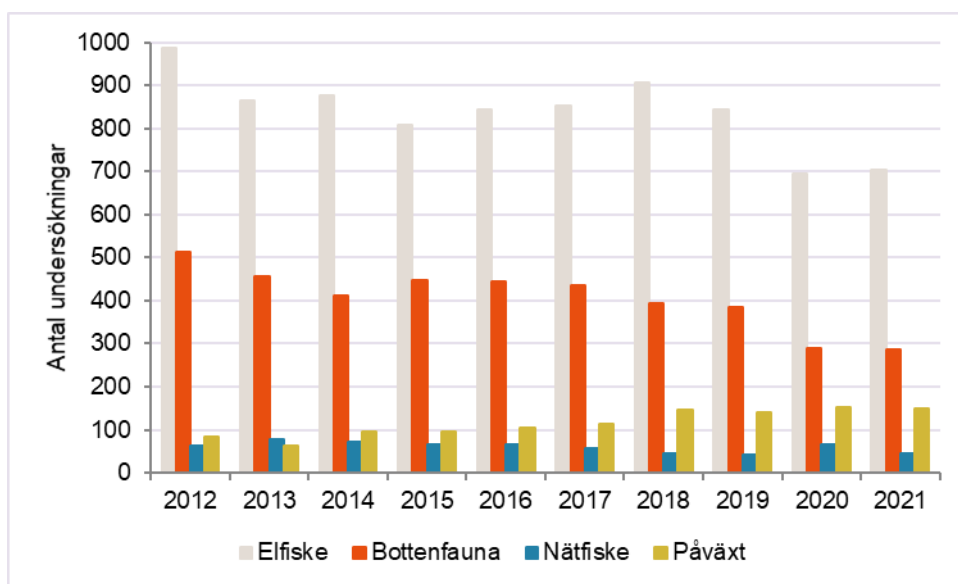
Den högsta måluppfyllelsen noterades i Södermanland, Skåne och Jämtland där samtliga sjöar klarade målet. Ifall sjöar som saknade kalkbehov inte räknas som måluppfyllda noterades den högsta andelen med underskridet pH-mål i Kalmar och Västerbotten med en måluppfyllelse på 71%. Värt att notera är att antalet som saknade kalkbehov inte kunde beräknas för Västmanland eftersom analysvärden på kalcium och magnesium saknades och för Halland som inte angett värden på Ca_{ref}/Mg_{ref} .



Figur 23. Andel målsjöar 2021 med underskridet pH-mål, uppfyllt pH-mål samt som saknade kalkbehov. För målsjöarna i Halland och Västmanland kunde andelen som saknade kalkbehov inte skattas, dessa redovisas som måluppfyllda.

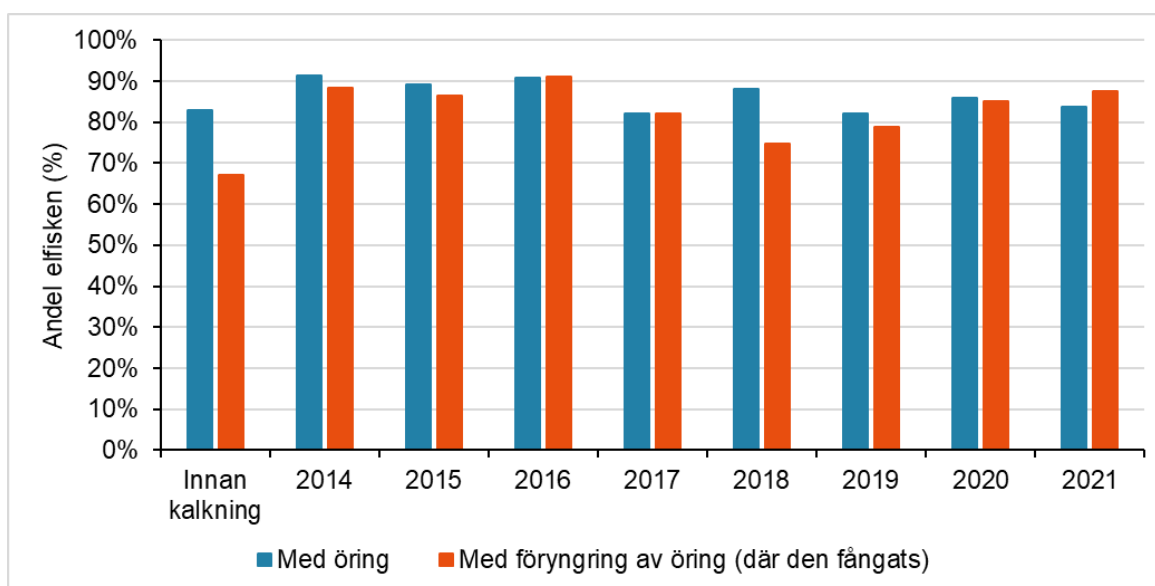
4.5 Uppföljning av biologi

Den biologiska uppföljningen av kalkade vatten har minskat, men är fortfarande omfattande. Minskningen avser elfiske och bottenfauna, medan undersökning av påväxtalger ökat och antal nätprovfisken inte förändrats (figur 24). Under 2021 genomfördes 703 elfisken, 287 bottenfaunaprovtagningar, 46 nätprovfisken, 15 kräftprovfisken, 22 undersökningar av flodpärlmussla samt 149 provtagningar av påväxtalger.



Figur 24. Antal genomförda elfisken, nätfisken samt undersökningar av bottenfauna och påväxtalger i kalkade vatten 2012 - 2021.

I framför allt Jönköping och Värmland utökades elfisket under 2021, men detta uppvägdes av en minskning i främst Västerbotten och Dalarna. V Götaland har tidigare elfiskat ungefär 100 lokaler årligen, men under 2020 och 2021 utfördes inga provfisken. Detta förklarar minskningen från 2019 till 2020. Under 2021 fångades öring på 84% av lokalerna där resultaten fanns rapporterade i nyckeltalen (figur 25). Det var en minskning jämfört med 2020 då öring erhöles på 86%. Andel elfisken med konstaterad reproduktion av öring (där öring fångades) uppgick till 87%, vilket var en ökning från 2020. Därmed var förnyringen nästan tillbaka till nivån före 2018.



Figur 25. Andel elfisketillfällen i kalkade vattendrag med fångst av öring respektive med förnyring av öring (där öring fångats). Andelen från före kalkning är från Degerman m.fl. 2015.

V Götaland undersökte bottenfaunan på 55 lokaler, vilket är en normal provmängd i länet. I Halland insamlades 47 prover, vilket var en betydande ökning från 2020. Även Södermanland stod för en betydande ökning, från noll till 15 lokaler. Ökningen av dessa uppvägdes av en betydande minskning i Jönköping. Nätprovfisken minskade jämfört med 2020 från 65 till 46

målsjöar. Detta var en mer normal nivå i förhållande till 2020 som var en toppnotering. Det var Kronoberg och Västerbotten som orsakade minskningen. Flest målsjöar nätfiskades i Jönköping (16) och Halland (15). Jönköping genomförde även flest antal nätnätter (203), men i det sammanhanget var Skåne tvåa med 112 nätnätter. Undersökning av påväxtalger genomfördes i 9 län, där Värmland stod för drygt 40% av provtagningarna. Undersökning av flodpärlmussla förekom i 7 län, medan provfiske efter flodkräfta gjordes i Jönköping, Halland och Värmland. Vid 4 av 15 undersökta vatten påträffades flodkräfta.



Darius provtar bottenfauna med metod M42 och Malin assisterar. Foto: Mats Norberg.

5 Litteratur

Degerman, E., Petersson, E. & B. Bergqvist, 2015. Effekter av kalkning på fisk i rinnande vatten. Resultat från 30 år av elfisken i kalkade vattendrag. Havs- och vattenmyndigheten rapport 2015:23.

Naturvårdsverket, 2010. Handbok för kalkning av sjöar och vattendrag. Handbok 2010:2, Naturvårdsverket.

SMHI, 2021. Månadens väder i Sverige – augusti 2021. www.smhi.se

Tammi, J., Appelberg, M., Beier, U., Hesthagen, T., Lappalainen, A. & M. Rask, 2003. Fish status survey of Nordic lakes: Effects of acidification, eutrophication and stocking activity on present fish species composition. *Ambio* Vol. 32 No, 2, 2003. Sid. 98 - 105.

Kalkningsåret 2021

En redovisning av nyckeltal

Kalkning av försurade sjöar och vattendrag har sedan början av 1980-talet finansierats med statliga bidrag. Länsstyrelsen redovisar årligen nyckeltal som beskriver verksamhetens omfattning och resultat. Med utgångspunkt från nyckeltalen sammanfattar Havs- och vattenmyndigheten en årlig verksamhetsberättelse. Kalkning är en viktig åtgärd för att minska försurningens negativa påverkan på växt- och djurlivet i väntan på en naturlig återhämtning.

Vi arbetar för levande hav och vatten

Havs- och vattenmyndigheten, Hav, är en statlig miljömyndighet. Vi arbetar för att lösa viktiga miljöproblem och skapa en hållbar förvaltning av hav, sjöar och vattendrag.

Vi tar ansvar för att hav och sötvatten nyttjas men inte överutnyttjas. Vi utgår från ekosystemens och människans behov nu och i framtiden. Detta gör vi genom att samla kunskap, planera och fatta beslut om insatser för en bättre miljö. För att nå framgång samverkar och förankrar vi vårt arbete med alla berörda, nationellt såväl som internationellt.