

# Kalkningsåret 2019



En redovisning av nyckeltal



Havs  
och Vatten  
myndigheten



# Kalkningsåret 2019

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: 2020-12-20

Omslagsfoto: Elfiske, foto: Länsstyrelsen Västerbotten

Havs- och vattenmyndigheten | Box 11 930 | 404 39 Göteborg | [www.havochvatten.se](http://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 drygt fem 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 HaV årligen fram en rapport som redovisar hur verksamheten bedrivs, vilka resultat som uppnås samt de skillnader som föreligger mellan länen. Årets rapport innefattar en fördjupad analys av den vattenkemiska uppföljningen med fokus på att beskriva hur den påverkar rapportering av måluppfyllelse. Rapporten har tagits fram av Björn Lundmark (Länsstyrelsen i Gävleborgs län), Johan Ahlström (Länsstyrelsen i Västerbottens län), Tobias Haag (Länsstyrelsen i Jönköpings län), Ingemar Abrahamsson (Ramboll) och Erik Boström (Havs- och vattenmyndigheten). De fyra förstnämnda är anlitade av Havs- och vattenmyndigheten som sakkunniga inom kalkningen.

Göteborg, september 2020

Mia Olausson, enhetschef

## Sammanfattning

Under 2019 var verksamhetens omfattning i form av spridda kalkmängder och förbrukat statsbidrag likvärdig med 2018, men även med 2016 och 2017.

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 utfallet för 2019 visade att den låga nivån inte var unik. Den viktigaste orsaken till utvecklingen torde vara att vattenprovtagningen förbättrats. Det innebär att fler prover insamlats vid kritiska tillfällen i samband med höga och ökande flöden. Slutsatsen antyder 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.

Nyckeltalen för 2019 innefattade en utökad redovisning av de vattenkemiska resultaten. Denna möjliggör en fördjupad bedömning av såväl det kemiska utfallet som provtagningens genomförande. Utvärderingen visar att provtagningen under 2019 var otillräcklig i flera län, vilket innebär att det fortfarande kvarstår en betydande skillnad mellan faktisk och rapporterad måluppfyllelse.

De senaste åren har Havs- och vattenmyndigheten beställt fem syntesrapporter med syfte att beskriva kalkningens effekter på fisk, bottendjur, flodpärlmussla och flodkräfta. Rapporten avseende fisk i vattendrag utkom 2015 och baserades på elfiskedata till och med 2012. Via nyckeltalen redovisar länsstyrelsen årligen resultaten från genomförda elfisken. Utfallet för 2014-2019 jämfördes med syntesrapportens resultat. Såväl förekomst som reproduktion av öring visade en negativ utveckling. Avseende andel elfisketillfällen med förekomst av öring var utfallen för 2017 och 2019 inte bättre än situationen innan kalkning. Andel öringbestånd med reproduktion var runt 90 % för åren 2014-2016, vilket var likvärdigt med den nivå som redovisades i syntesrapporten efter kalkning i mer än 16 år. Under 2017-2019 var reproduktionen svagare, med en bottennotering på 75 % för 2018. Den viktigaste orsaken till försämringen torde vara den extremt torra och varma sommaren 2018 som orsaka låga flöden och höga temperaturer i vattendragen.

# Innehåll

1	Inledning	6
2	Kalkmängder och kalkmedel	7
3	Förbrukning av statsbidrag	9
4	Uppföljning och resultat	11
4.1	Vattenflöden och provflöden i kalkade målvattendrag under 2019	11
4.2	Hur fungerade provtagningen av vattendrag under 2019	13
4.3	Vattenkemisk måluppfyllelse i vattendrag	17
4.3.1	Tidstrend baserad på längd av målvattendrag	17
4.3.2	Länsvis måluppfyllelsen under 2019 baserat på målpunkter	18
4.3.3	Måluppfyllelse under 2019 beroende på kalkningsmetod	20
4.3.4	Måluppfyllelse 2019 beroende på analysmetod av pH	22
4.4	Vattenkemisk måluppfyllelse i sjöar	23
4.4.1	Länsvis måluppfyllelse i sjöar under 2019	24
4.5	Uppföljning av biologi	25
4.5.1	Fiskfaunan i kalkade vattendrag	26
5	Litteratur	29



# 1 Inledning

Försurningen av sjöar och vattendrag är till stor del en effekt av 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 och påverkas därmed negativt. Låga pH-värden medför även en ökning av oorganiskt aluminium, vilket gör vattnet än mer toxiskt. Det var fiskdöd i sjöar och vattendrag på västkusten som ledde till att försurningen uppmärksammades på 1960-talet, men det saknas underlag för att bedöma hur många fiskbestånd i landet som påverkats av försurning. Med utgångspunkt från en intervjustudie skattades antalet försvunna fiskbestånd till flera tusen, främst i form av abborre, mört och öring och ytterligare tusentals bedömdes som påverkade (Tammi 2003).

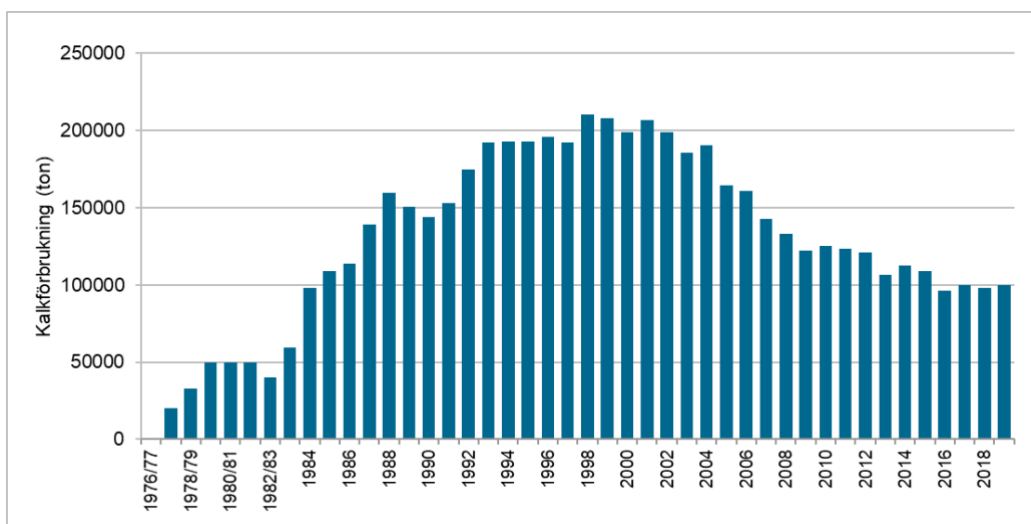
Nedfallet av försurande svavel har minskat till en nivå motsvarande slutet av 1800-talet. Därmed har även försurningen av sjöar och vattendrag avtagit, vilket kan utläsas i den övervakning av trendvatten som bedrivs på nationell och regional nivå. Dessa mätningar påbörjades under 1980-talet, strax efter att nedfallet av försurande svavel hade kulminerat. Däremot finns inga 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 kalkförbrukningen halverats. Totalt har drygt 5,7 miljoner ton kalk använts för att motverka försurningen i sjöar och vattendrag.



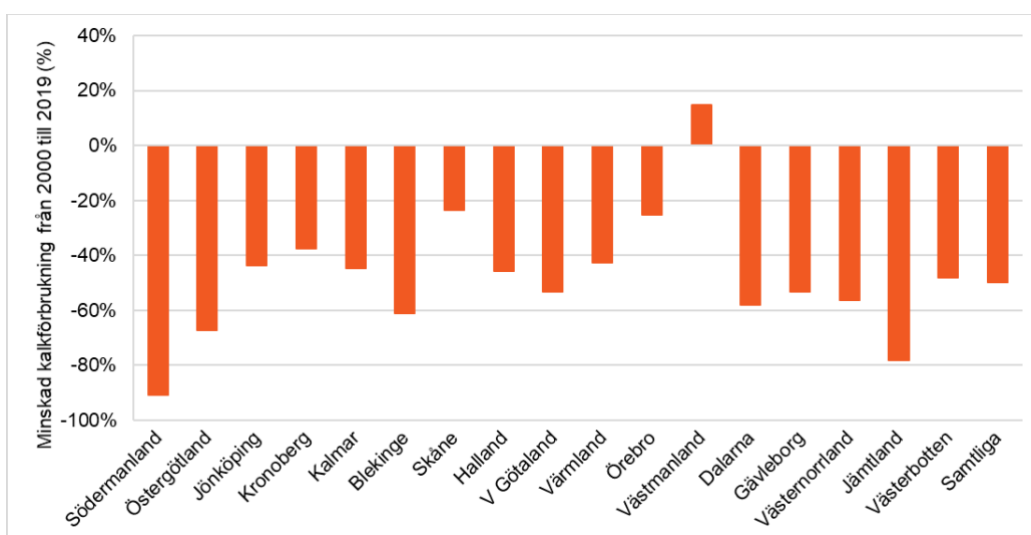
## 2 Kalkmängder och kalkmedel

Förbrukningen av kalk ökade nästan kontinuerligt från 1982 till 1993 (figur 1). Därefter var kalkåtgången närmast konstant i tio år. Mellan 2002 och 2016 halverades förbrukningen. De senaste fyra åren har knappt 100 000 ton spridits årligen. För 2019 rapporterade länsstyrelsen en kalkförbrukning på 99 836 ton.



Figur 1. Kalkförbrukningen (ton) under perioden 1976-2019. 1976/77-1982/83 avser den s.k. försöksperioden.

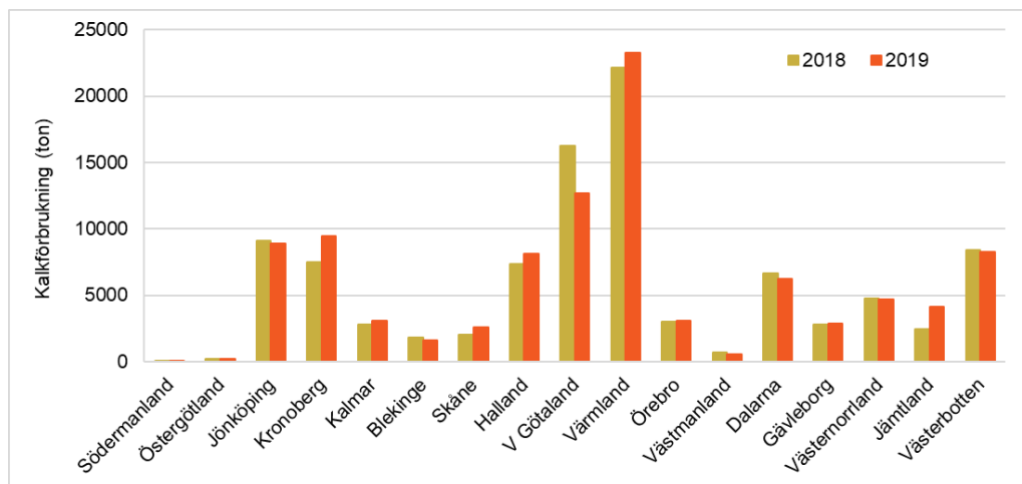
Sedan år 2000 har flertalet län minskat kalkförbrukningen med 40-60 % (figur 2). Minskningen har varit något större i de nordliga länen, jämfört med de sydliga.



Figur 2. Procentuell skillnad i kalkförbrukning mellan åren 2000 och 2019.

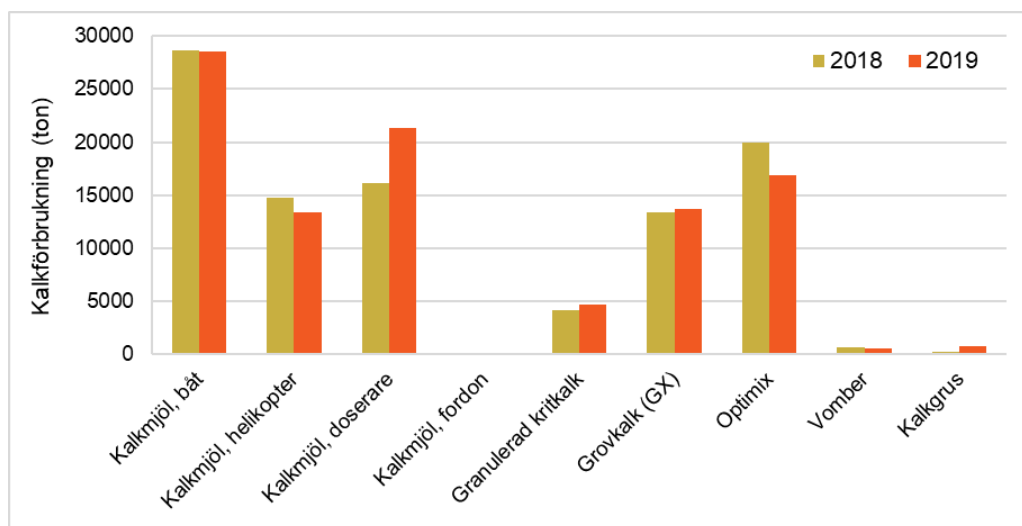
Totalt sett var kalkåtgången under 2019 likartad med 2018. Mest anmärkningsvärd var minskningen i V Götaland, från 16 287 ton till 12 713 ton (figur 3). I Kronoberg

ökade förbrukningen med 2 012 ton och i Jämtland med 1 673 ton. Som orsak till minskningen i V Götaland anger länsstyrelsen medelsbrist. Ökningen i Kronoberg berodde på en ovanligt låg förbrukning i kalkdoserarna under torråret 2018. I Jämtland ökade kalkspridningen både på sjöar och våtmarker.



Figur 3. Kalkförbrukningen 2019 jämfört med 2018 fördelat på län.

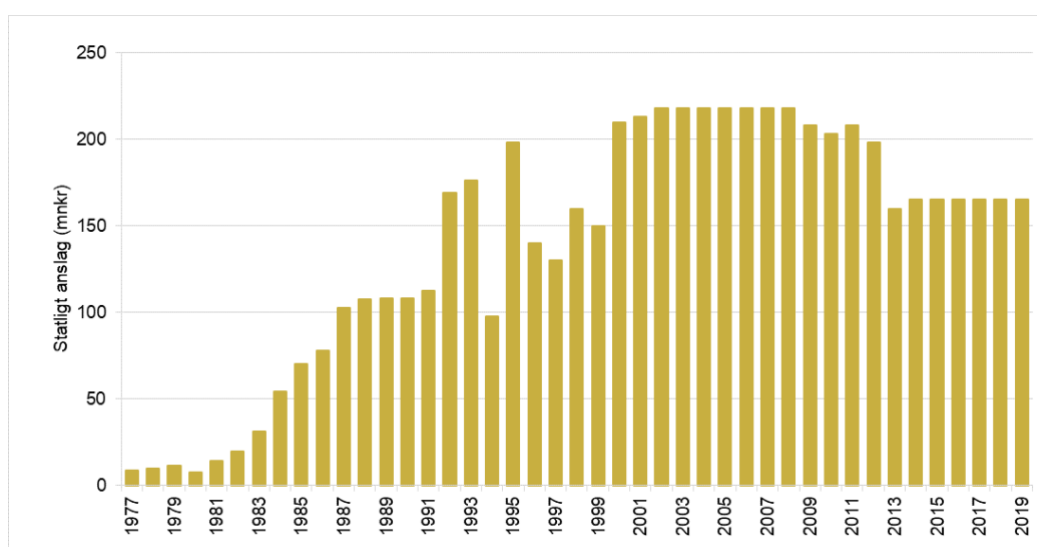
Spridning av kalkmjöl med båt är den vanligaste metoden och omfattningen var oförändrad jämfört med 2018 (figur 4). Kalkåtgången i doserarna ökade med drygt 5 000 ton, vilket berodde på att 2018 var ett torrår i stora delar av landet. Minskningen av helikopterspridning av kalkmjöl skedde främst i V Götaland, men även i Värmland, Dalarna och Västernorrland. Den reducerade åtgången av Optimix berodde till stor del på neddragningarna i V Götaland.



Figur 4. Kalkförbrukningen 2019 jämfört med 2018 fördelat på kalkmedel och spridningsmetod.

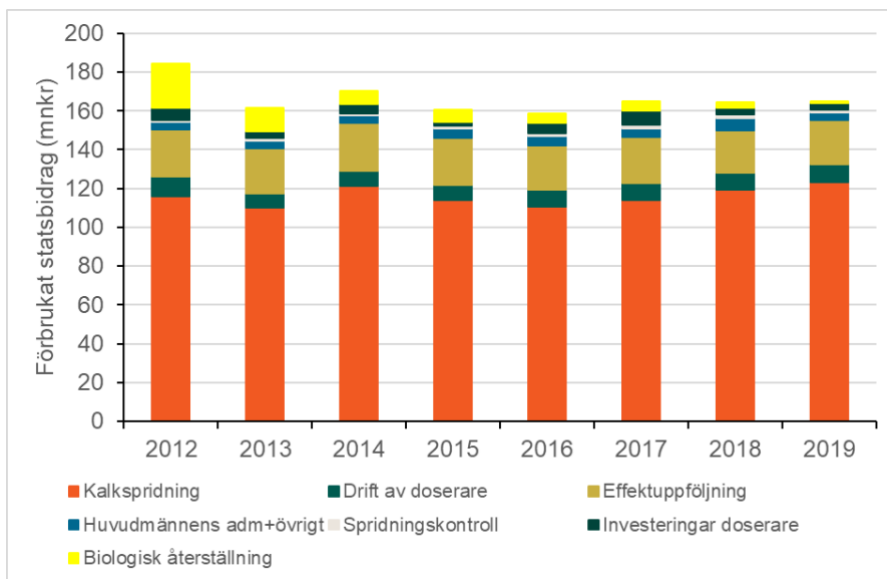
### 3 Förbrukning av statsbidrag

Sedan 1976 har närmare 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 har det skett en stegvis sänkning. Sedan 2013 ingår kalkningen i anslaget "Åtgärder för havs- och vattenmiljö" där även medel för LOVA-bidrag, fiskevårdsbidrag, ÅGP och länsstyrelsens arbete inom EU:s ramdirektiv för vatten ingår. Därmed beslutar respektive länsstyrelse hur mycket som ska användas till kalkning av den totala tilldelningen. Vid Havs- och vattenmyndighetens fördelning av medel till länsstyrelsen har ett riktvärde på 165 mnkr använts för kalkningsverksamheten under åren 2014-2019.



**Figur 5.** Statsanslaget till kalkning av sjöar och vattendrag för perioden 1976-2019. 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 i grafen, bland annat för den nationella uppföljningen (IKEU). Efter 2012 avser grafen enbart det som fördelats till länsstyrelsen.

Sedan 2012 har den regionala förbrukningen av medel varierat från 161 till 170 mnkr. Under 2019 förbrukades 165 mnkr. Andelen som används till kalkning har ökat på bekostnad av biologisk återställning (figur 6). Utöver den statliga finansieringen förbrukades ytterligare 12,2 mnkr i form av egenavgifter som betalas av huvudmännen.



Figur 6. Förbrukningen av statsbidrag till kalkning av sjöar och vattendrag 2012-2019 fördelat på olika kostnadsposter.



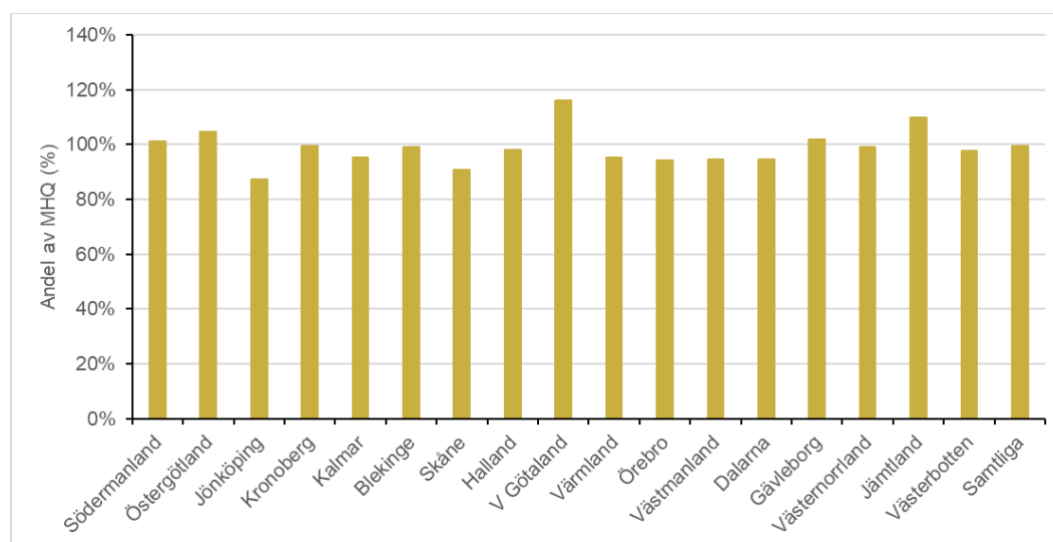
Kalkning av sjöar och vattendrag är en omfattande verksamhet med brytning, bearbetning, transport och spridning av 100 000 ton kalk/år. Fotot visar ett fartyg lastat med kalkgranuler på väg från Tyskland till Västerbotten. Varje säck rymmer 1,5 ton kalk. Foto: Sten Ullerud, OMYA.

## 4 Uppföljning och resultat

Nyckeltalen för 2019 innefattade en utökad resultatredovisning av den vattenkemiska uppföljningen. Redovisningen följer den mall som sedan 2019 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 målpoint 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 och provflöden i kalkade målvattendrag under 2019

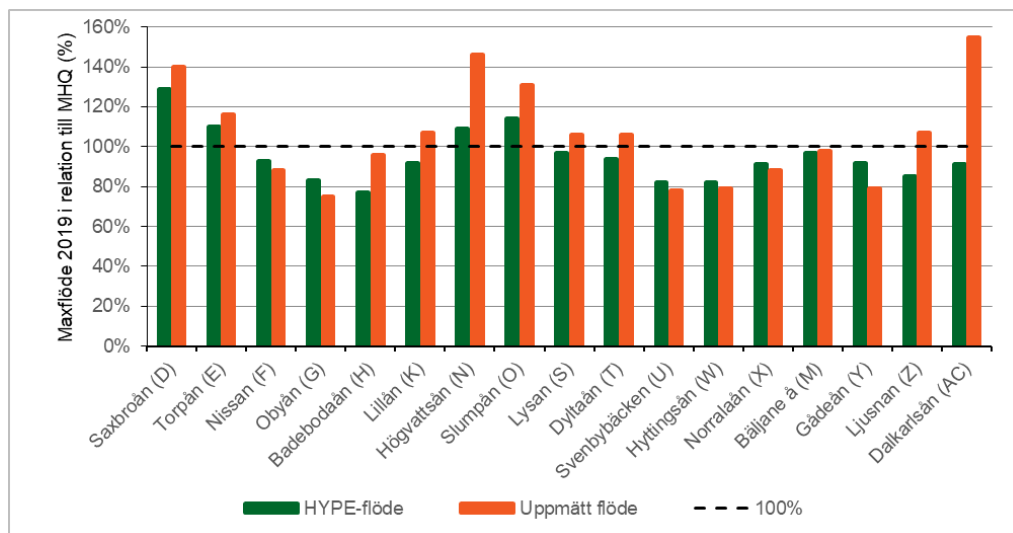
Ett enkelt sätt att bedöma årets maxflöden är att relatera till MHQ. **MHQ är ett 30-årigt medelvärde för årets högsta dygnsflöde för perioden 1981-2010.** I figur 7 redovisas modellberäknade maxflöden enligt HYPE för 2019 vid samtliga målpoint i målvattendrag i relation till MHQ. Generellt framstår maxflödena under 2019 som normala. I Jönköping och Skåne var maxflödena något lägre än normalt, medan det motsatta gällde i V Götaland och Jämtland. I V Götaland var maxflödena ungefär 16 % högre än MHQ. För att ge en uppfattning om det kan anses som högt kan nämnas att motsvarande notering i Gävleborg för 2018 var 80 % över MHQ.



Figur 7. Modellberäknade maxflöden enligt HYPE under 2019 i förhållande till medelhögvattenflödet (1981-2010) i genomsnitt för samtliga målpoint i målvattendrag. Flödesdata från SMHI.

För att inte dra felaktiga slutsatser baserat på modellberäknade vattenflöden behövs en avstämning mot uppmätta flöden. Det kan enkelt göras genom att jämföra SMHI:s modellflöden med uppmätta flöden i sådana delavrinningsområden där flödesmätning

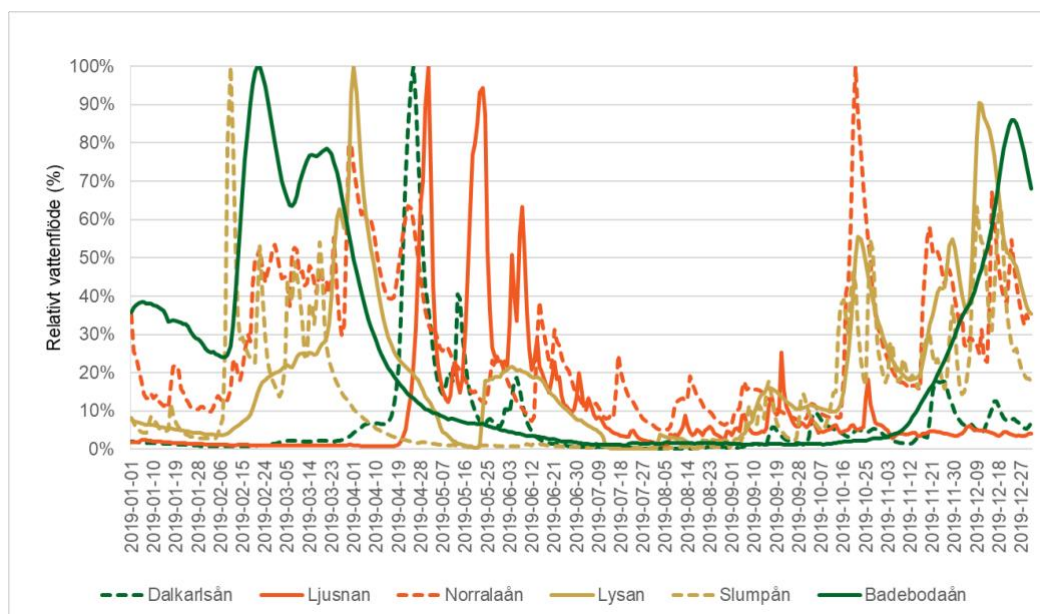
bedrivs (figur 8). För jämförelsen valdes, om möjligt, mindre vattendrag med geografiskt läge i länens mest kalkningsintensiva områden.



Figur 8. Modellerade maxflöden (HYPE-data) samt uppmätta maxflöden under 2019 i förhållande till medelhögvattnet (MHQ för 1981-2010) för ett urval delavrinningsområden där flödesmätning bedrivs. Data från SMHI.

I framför allt Västerbotten, men även i Halland, V Götaland och Jämtland underskattade HYPE de faktiska maxflödena (figur 8). Däremot ses inga vattendrag där HYPE i betydande grad överskattade maxflödena. Naturligtvis speglar utfallet från ett vattendrag inte alla länets kalkade vatten, men det ger en bra indikation. Mest anmärkningsvärt var utfallet i Dalkarlsån, som ligger i Västerbottens östra del. HYPE-data bedömde maxflödet till 91 % av MHQ, medan det faktiska maxflödet var 155 % av MHQ. Maxflödet i Dalkarlsån var det högsta som SMHI registrerat sedan år 2000.

I figur 9 redovisas uppmätta dygnsflöden under 2019 för sex av vattendragen som ingår i figur 8. Slumpån (V Götaland) och Badebodaån (Kalmar) uppnådde de högsta flödena i februari, medan Lysan i Värmland kulminerade i början av april. Dalkarlsån nådde maxflödet 25 april och Ljusnan (Jämtland) 1 maj. I Ljusnan registrerades ytterligare en vårfloodstopp 23 maj. Norrålaån i Gävleborg hade ingen uttalad vårfloodstopp, utan nådde maxflödet 21 oktober. Liksom för 2018 var sommarflödena genomgående låga, särskilt i de sydliga vattendragen. I slutet av året uppmättes höga flöden i Lysan och i Badebodaån. I de nordliga vattendragen var flödena beskedliga under hela hösten.



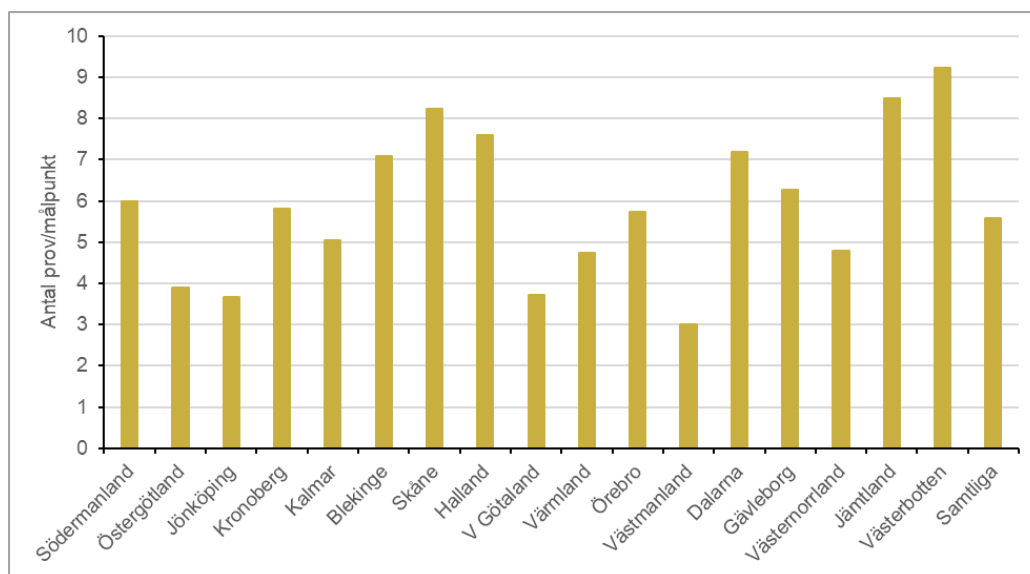
Figur 9. Relativa vattenflöden (dygnsflöde/årsmax) för ett urval vattendrag där flödesmätning bedrivs. Data från SMHI.

## 4.2 Hur fungerade provtagningen av vattendrag under 2019

Den vattenkemiska uppföljningen ska vara ifrågasättande utifrån kalkningens förutsättningar att uppnå måloppfyllelse. Det betyder att prover ska insamlas när pH förväntas vara som lägst. Uppmätt pH och alkalinitet beror dels på pH i tillrinnande vatten ( $\text{pH}_{\text{okalk}}$ ) och dels på den mängd alkalinitet som kalkningen tillför. Valet av provtagningstillfällen behöver således 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 kalkningshandboken rekommenderas minst 6 prover/år vid kalkning av sjöar och våtmarker och minst 10 prov nedströms doserare. Alla prov ska insamlas vid förväntat kritiska tillfällen, vilket infaller vid höga flöden och vid uppgående flöden. När sjöar kalkas för nedströms effekt är även islagda perioder kritiska och när doserare nyttjas är naturligtvis tillfällen med driftstörningar kritiska.

Under 2019 insamlades i genomsnitt 5,6 prov/målpunkt (figur 10). Lägst provfrekvens hade Västmanland (3,0 prov/målpunkt), Jönköping (3,7), V Götaland (3,7) och Östergötland (3,9). Den högsta noterades i Västerbotten (9,2 prov/målpunkt), Jämtland (8,5) och Skåne (8,2). Län med hög frekvens har förhållandevis många kalkdoserare, medan län med låg provfrekvens saknar doserarkalkade vattendrag.

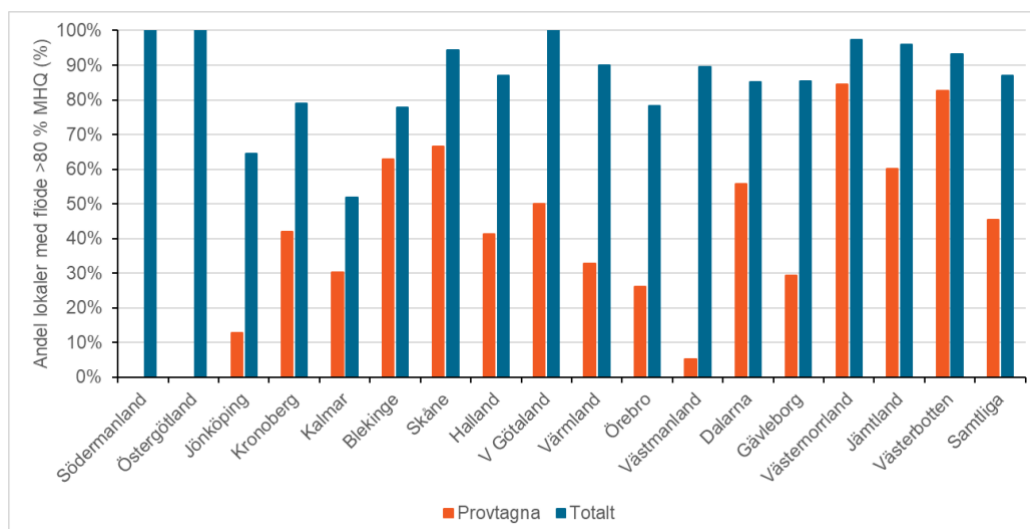




Figur 10. Antal insamlade vattenprov/målpunkt i kalkade vattendrag under 2019.

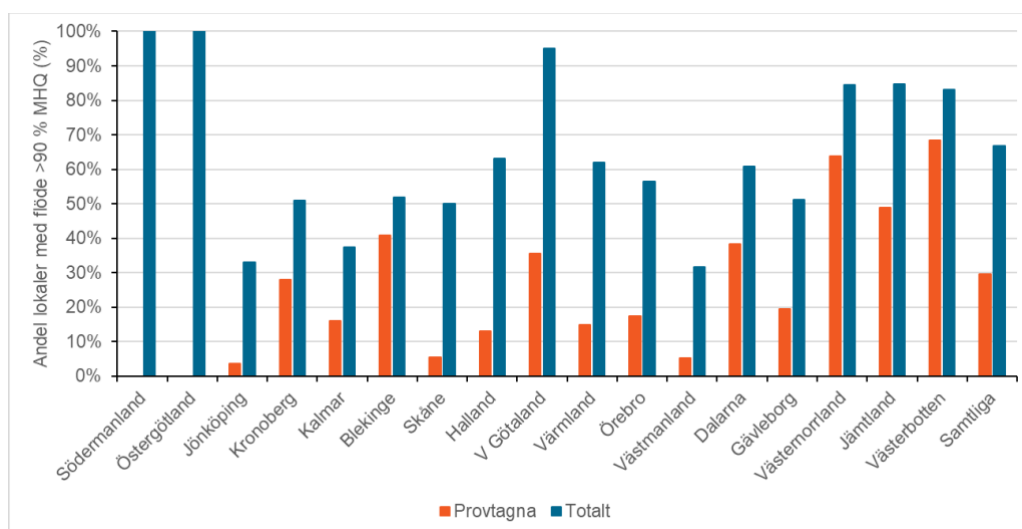
För att få ange att den vattenkemiska målsättningen uppnåtts i ett målvattendrag ska minst ett prov ha insamlats vid 50 % av årets maxflöde. Villkoret infördes i anvisningarna för nyckeltalsredovisningen 2014 och ska betraktas som en "skamgräns" för bedömning av måluppfyllelse. Helst bör prov insamlas samma dag som maxflödet uppträder, men sannolikt uppnås en acceptabel bedömning av årets måluppfyllelse om provflödet vid något tillfälle överstiger 80 % av årets maxnotering. Som tidigare omnämnts är det emellertid viktigt att beakta att kritiska tillfällen även kan uppträda vid lägre flöden.

För att relatera måluppfyllelsen för 2019 till andra år är det mera relevant att jämföra provflödena med MHQ (1981-2010) än med årsmax. Totalt var det 87 % av mållokalerna som hade maxflöden som nådde 80 % av MHQ, eller högre (figur 11). Från drygt hälften av dessa fanns också prover från mer än 80 % av MHQ. I Västerbotten och Västernorrland fanns prover vid flöden >80 % av MHQ från närmare 90 % av målpunkterna med maxflöden >80% av MHQ. Även Blekinge uppvisade ett bra utfall med 80 % av lokalerna. Från Södermanland och Östergötland fanns inga provflöden >80 % av MHQ och i Västmanland hade en av 17 lokaler (6 %) med flöden >80 % av MHQ provtagits när flödet översteg 80 % av MHQ.



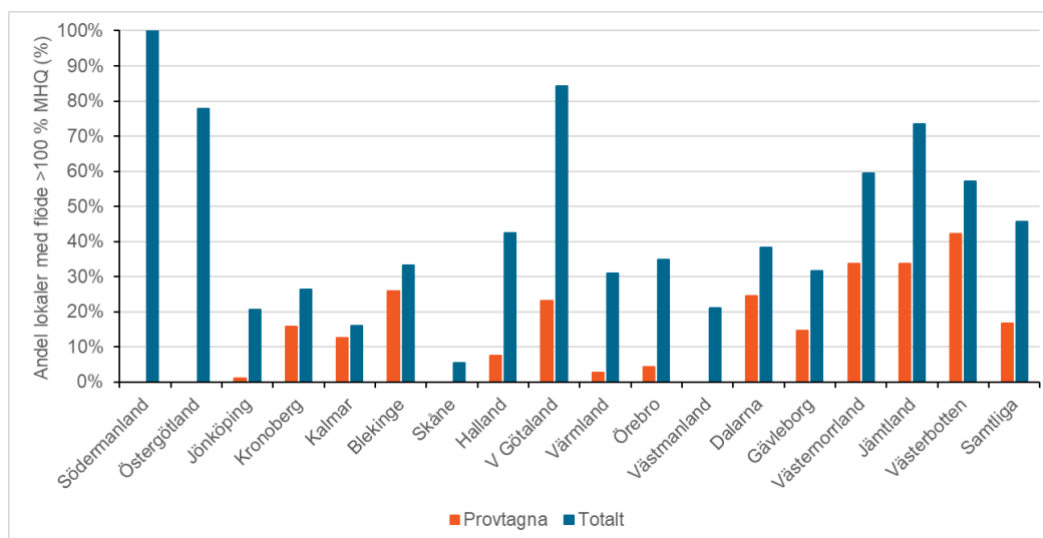
Figur 11. Andel mållokaler i vattendrag under 2019 med maxflöden högre än 80 % av MHQ respektive andelen som provtagits vid flöden högre än 80 % av MHQ. Flödesdata från SMHI.

På 67 % av målpunkterna nådde maxflödet över 90 % av MHQ och knappt hälften av dessa hade också prover tagna vid >90 % av MHQ (figur 12). Även vid denna jämförelse hade Västerbotten, Västernorrland och Blekinge den bästa provtagningen där ungefär 80 % av lokalerna med flöden >90 % av MHQ även provtagits vid flöden över 90 % av MHQ. Utöver de län som hade svag provtagning vid 80 % av MHQ noterade även Jönköping och Skåne svaga noteringar vid 90 % av MHQ.



Figur 12. Andel mållokaler i vattendrag under 2019 med maxflöden högre än 90 % av MHQ respektive andelen som provtagits vid flöden högre än 90 % av MHQ. Flödesdata från SMHI.

Vid knappt hälften av målpunkterna överskred maxflödena under 2019 MHQ (figur 13). Av dessa fanns prover från över MHQ på drygt en tredjedel. Västerbotten och Blekinge låg högt även i denna jämförelse, där även Kalmar hade en hög andel provtagna målpunkter vid flöden över MHQ av de som nådde så höga maxflöden.



Figur 13. Andel mållokaler i vattendrag under 2019 med maxflöden **högre än MHQ** respektive andelen som provtagits vid flöden högre än MHQ. Flödesdata från SMHI.

Provtagningen i Blekinge, Västernorrland och Västerbotten framstår som väl fungerande under 2019. Även i Jämtland och Dalarna var provtagningen bra.

Mot bakgrund av tillgången på prover från höga flöden i förhållande till MHQ samt det faktum att flödena underskattades av HYPE framstår de vattenkemiska resultaten för Västerbotten som mest utslagsgivande. Även resultaten av vattenprovtagningen i Västernorrland framstår som utslagsgivande och kan förväntas representera en situation som motsvarar ett normalår. Som kontrast ska det vattenkemiska utfallet i Södermanland, Östergötland, Jönköping och Västmanland betraktas med utgångspunkt från att vattenproven speglar en flödessituation som var betydligt beskedligare än den faktiska. I Kalmar, Värmland, Örebro och Gävleborg provtogs ungefär 30 % av lokalerna vid höga flöden (>80 % av MHQ), vilket inte heller kan betraktas som särskilt utslagsgivande för att bedöma om kalkningen är utformad för att uppnå måluppfyllelse vid höga flöden.

Bedömningarna av provflöden baseras på SMHI:s data som modellerats med HYPE (HYdrological Predictions for the Environment). Med HYPE modellerar SMHI dygnsvärden för vattenföring för ca 38 000 delavrinningsområden. Modellen drivs av nederbörd och temperatur som via karaktären på varje avrinningsområde leder till variationer i avrinning. Vid bedömning av vattenkemiska resultat från vattendrag är flödessituationen helt avgörande för tolkningen. Inte minst gäller det för kalkade vatten. I det sammanhanget är HYPE-data ovärderliga, särskilt om ett större antal vattenprover ska utvärderas. Naturligtvis förekommer avvikelser mellan modellerade och faktiska flöden, vilket leder till att provflöden endera överskattas eller underskattas. Det bästa sättet att undvika fatala missbedömningar är att insamla fler vattenprover. Därmed undviks att tolkningen av måluppfyllelse och kalkeffekt står och faller med enskilda flödesskattningar. Vid bedömning inom begränsade regioner och av enskilda vattendrag är det ofta möjligt att rimlighetsgranska HYPE-data.

Exempelvis kan SMHI:s mätstationer eller flödesmätningar vid kalkdoserare nyttjas för att kontrollera om modellerade flödestoppar är synkrona med uppmätta data och eventuellt justera för detta. I utvärderingar som avser hela landet är sådana justeringar inte möjliga.

### **4.3 Vattenkemisk måluppfyllelse i vattendrag**

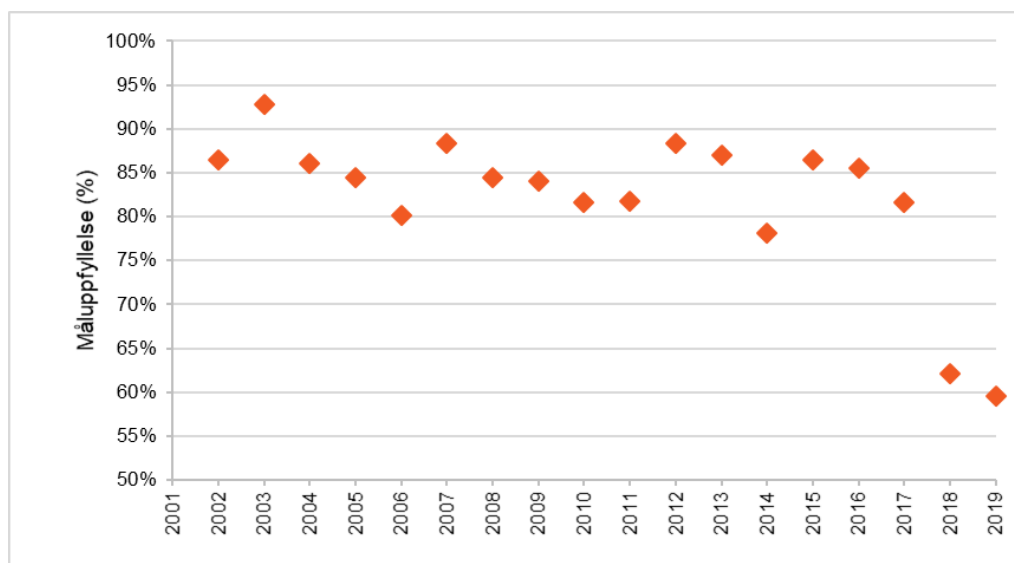
#### **4.3.1 Tidstrend baserad på längd av målvattendrag**

Den vattenkemiska måluppfyllelsen som rapporteras i nyckeltalen baseras på målvattendragens längd och finns tillgänglig sedan 2002. Måluppfyllelsens utveckling avser andel med uppfyllt mål i förhållande till de med godkänd provtagning. Det innebär att de med ej godkänd provtagning inte medräknas. Den andelen ökade sedan kravet på höglödesprover infördes 2014. Dessförinnan angavs okänt resultat bara där provtagning saknades under året.

Från 2002 till och med 2017 varierade måluppfyllelsen mellan 78 och 93 %, med en svagt nedgående tendens (figur 14). För 2018 och 2019 låg måluppfyllelsen runt 60 %, vilket innebär att den negativa utvecklingen sedan 2002 är statistiskt säkerställd. Det kan finnas två orsaker till att den rapporterade måluppfyllelsen försämrats. En är att den faktiska måluppfyllelsen försämrats, en annan är att den rapporterade måluppfyllelsen närmast sig den faktiska.

En försämring av den faktiska måluppfyllelsen kan bero på ett minskat tillskott av alkalinitet från kalkningen vid kritiska tillfällen eller att tillrinnande vatten blivit surare. Det förstnämnda skulle i sådana fall mest troligt vara en effekt av att kalkdoserna minskade närmast konstant från 2002 till 2016 och det sistnämnda huvudsakligen en effekt av den pågående brunifieringen. Sannolikt har bägge faktorerna bidragit till den negativa utvecklingen.

Den viktigaste orsaken till den försämrade måluppfyllelsen torde emellertid vara en förbättrad vattenkemisk uppföljning. Tyvärr saknar vi underlag för att visa hur höglödesprovtagningen utvecklats under tidsperioden, däremot vet vi från granskningar av regionala åtgärdsplaner att flera län haft en bristfällig provtagning. Denna har successivt förbättrats, men utfallet för 2019 visar att det fortfarande finns en betydande förbättringspotential.

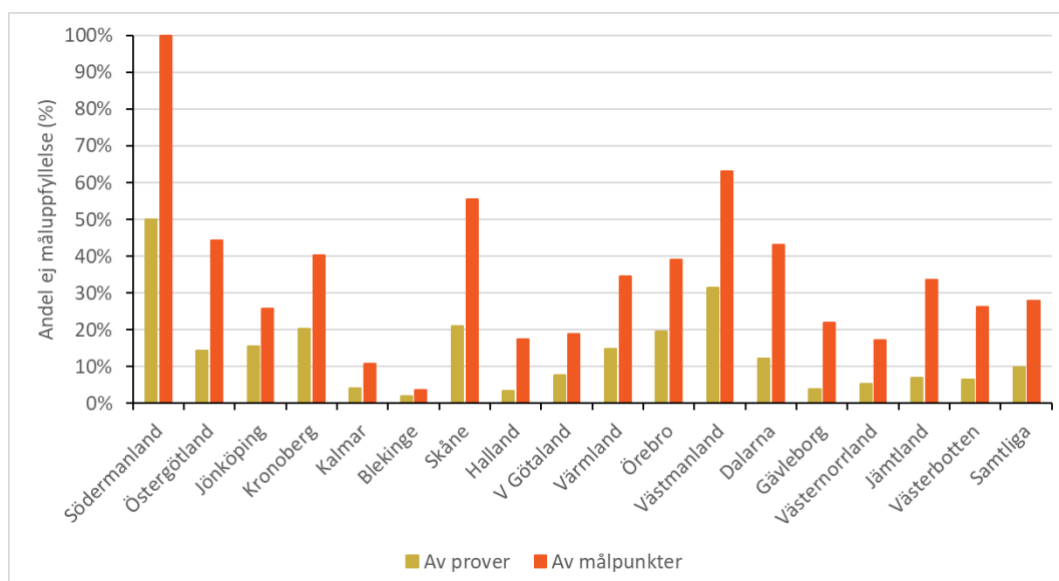


Figur 14. Rapporterad vattenkemisk måluppfyllelse 2002-2019 baserad på längd av kalkade målvattendrag,

#### 4.3.2 Länsvis måluppfyllelsen under 2019 baserat på målpunkter

Totalt insamlades 8 832 vattenprover på målpunkter i vattendrag under 2019. Vid 879 tillfällen (10 %) noterades ett pH-värde lägre än pH-målet (figur 15). Antal provtagna målpunkter uppgick till 1 580 och av dessa underskred 440 (28 %) pH-målet vid något eller några provtillfällen. Både i förhållande till andel prover och till andel lokaler noterades minst antal underskridanden i Blekinge. Högst andel noterades i Södermanland som enbart kalkar ett målvattendrag där tre av sex prov underskred pH-målet.

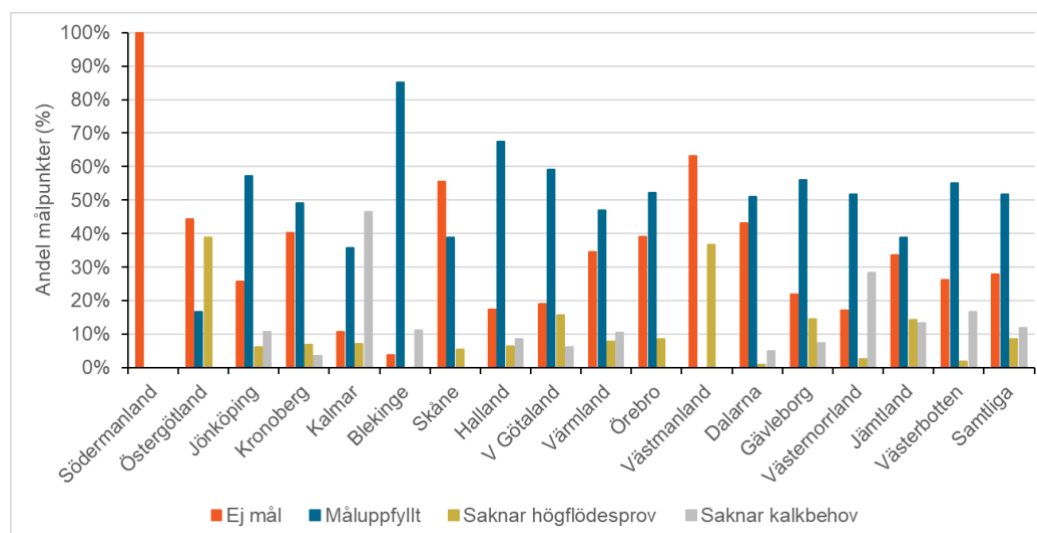
V



Figur 15. Andel provtillfällen och andel målpunkter med underskridet pH-mål under 2019.

Utfallet i figur 15 tar inte hänsyn till provflöden eller om pH-målet skulle ha uppnåtts utan kalkning. I figur 16 redovisas även andelen lokaler som skulle klarat pH-målet utan kalkning och andelen där inget provflöde var över 50 % av årsmax. Måluppfyllelse förutsätter att pH-målet inte underskridits, att något eller några prov har ett provflöde >50 % av årsmax samt att minst ett prov har  $pH_{okalk} < pH\text{-målet}$ . Lokaler där samtliga prov hade  $pH_{okalk} > pH\text{-mål}$  och där inget provflöde överskred 50 % av årsmax redovisas som "kalkbehov saknas". Notera att  $pH_{okalk}$  inte kunde skattas för Örebro och Västmanland eftersom analysvärden för kalcium och magnesium saknades. Det innebär att andelen lokaler med uppfyllt mål kan vara överskattat i Örebro.

Även med ovan nämnda förbehåll framstår måluppfyllelsen i Blekinge som mycket hög. Även Halland, V Götaland och Jönköping hade med marginal över 50 %. I Södermanland och Västmanland uppnådde inga lokaler måluppfyllelse och i Östergötland var det 3 av 18 (17 %).



Figur 16. Andel målpunkter 2019 med underskridet pH-mål, uppfyllt pH-mål, som saknade kalkbehov respektive saknade prover tagna vid flöden >50 % av årets maxflöde.

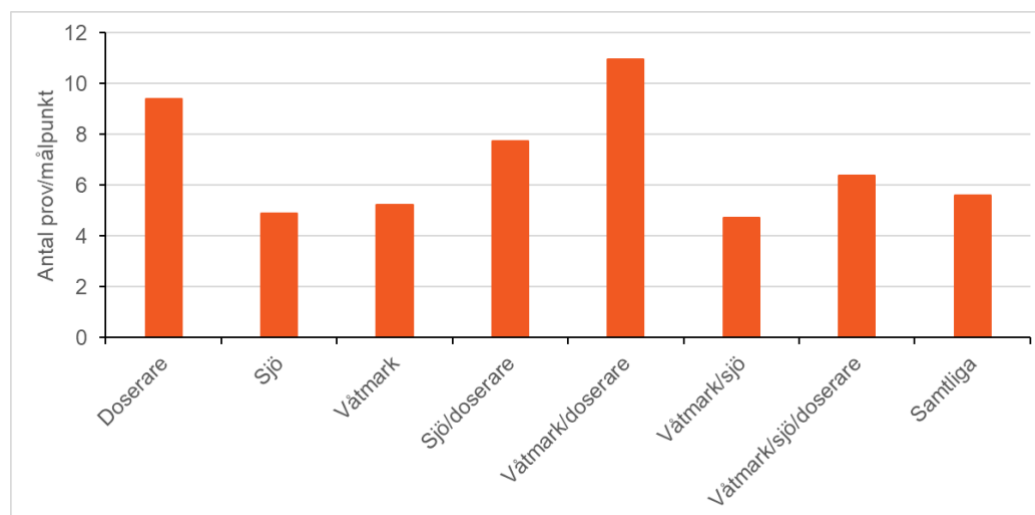
Enligt gällande riktlinjer ska kalkningen dimensioneras och utformas så att angivet pH-mål inte underskrids. I princip innebär det att pH-målet inte ska underskridas, oavsett flöde. En mera rimlig tolkning är att kalkningen ska klara ett normalt höglöde, dvs. MHQ. Därmed är det givet att ett provflöde på 50 % av årsmax inte är ett tillräckligt skarpt kriterium för att ge en trovärdig skattning av den faktiska måluppfyllelsen. Det är också uppenbart att utfallet i figur 16 inte speglar det faktiska förhållandet mellan länen. Ett exempel är Jönköping där 94 % av målpunkterna hade provflöden >50 % av årsmax, men endast 13 % hade provflöden som översteg 80 % av MHQ. Som jämförelse hade Västernorrland och Västerbotten 97-98 % målpunkter med provflöde >50 % av årsmax, men mer än 80 % hade provflöden >80 % av MHQ. Därmed är det givet att den rapporterade måluppfyllelsen för de två sistnämnda länen är betydligt närmare den faktiska, än i Jönköping. Det är däremot omöjligt att

bedöma hur stor avvikelsen är, varken på länsnivå eller för landet som helhet. Vid den kommande granskningen av de regionala åtgärdsplanerna ska en motsvarande utvärdering genomföras för perioden 2014-2018. Då är det möjligt att bedöma om utfallen för 2019 berodde på årsspecifika förutsättningar eller är av mer systematisk karaktär. Det vi kan misstänka för 2019 är att det finns ett betydande mörkertal mellan den rapporterade och den faktiska måluppfyllelsen och att det behövs en avsevärd förbättring av uppföljningen i flertalet län för att skattningen av måluppfyllelsen ska vara trovärdig.

Oavsett om måluppfyllelse räknas som antal målpunkter eller längd av målvattendrag torde den faktiska nivån för hela landet ligga runt 50 %. Det innebär att hälften av kalkningarna inte är utformade och dimensionerade för att klara pH-målet vid kritiska flödestillfällena. För att åtgärda detta behöver endera kalkningarna förbättras eller målnivåerna sänkas. En betydande förbättring av kalkningarna förutsätter en ökad kalkspridning på våtmarker och en omfattande nyinstallation av kalkdoserare, vilket kraftigt skulle öka behovet av statsbidrag. En sådan omfattande utökning framstår som orimlig och en grundläggande förutsättning är att den biologiska nyttan bedöms vara i nivå med kostnadsökningen. En sådan avvägning bör i första hand göras genom en översyn av de vattenkemiska målen, dvs om det är nödvändigt att kalka till nuvarande pH-mål för att säkerställa en önskad biologisk respons.

#### 4.3.3 Måluppfyllelse under 2019 beroende på kalkningsmetod

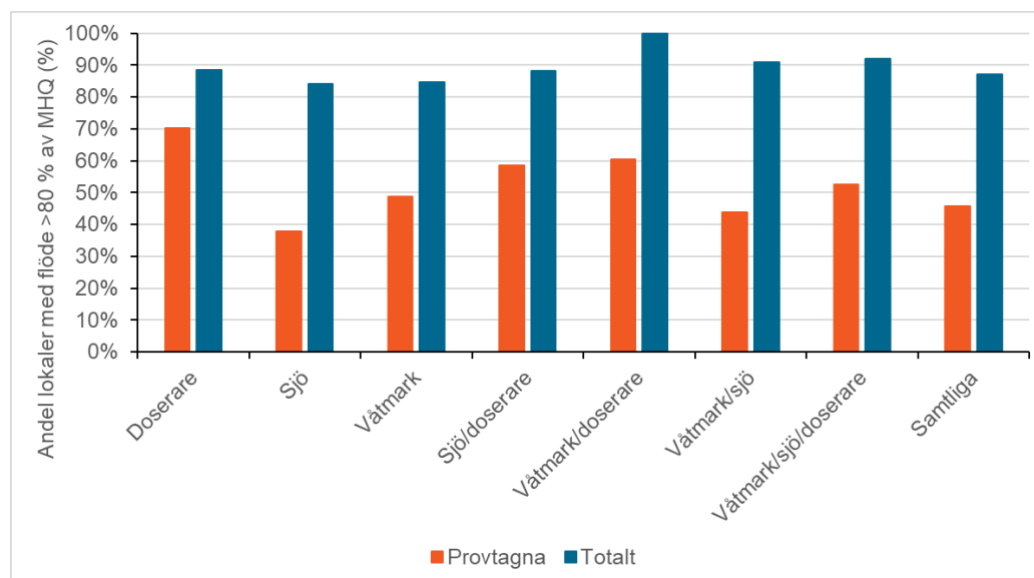
Målpunkter som kalkas via doserare provtogs med högre frekvens än övriga vattendrag (figur 17). Sammantaget för samtliga metodkombinationer med doserare insamlades i genomsnitt 8,7 prov/målpunkt. Motsvarande siffra för övriga metodkombinationer var 4,9 prov/målpunkt. Uppföljningen vid doserarkalkning var alltså betydligt mera ifrågasättande, vilket innebär en högre chans att upptäcka tillfällena med underskridet pH-mål.



Figur 17. Antal insamlade vattenprov/målpunkt fördelat på kalkningsmetod i kalkade vattendrag under 2019.

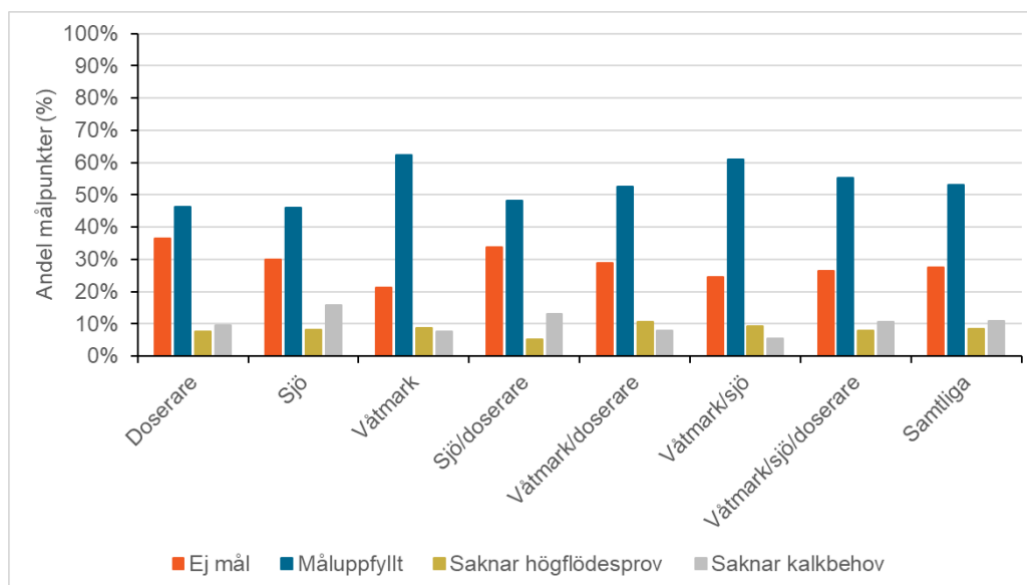


Den högre provfrekvensen resulterade i att en betydligt högre andel av målpunkterna i doseringskalkade vatten var provtagna vid höga flöden (figur 18). I vatten som enbart kalkas med doserare hade 79 % av målpunkterna med flöden >80 % av MHQ också provtagits vid så höga flöden. Motsvarande notering för sjökalkade vattendrag var 45 %.



Figur 18. Andel målpunkter under 2019 med flöden högre än 80 % av MHQ respektive som provtagits vid flöden högre än 80 % av MHQ.

Definieras högflödesprover som >50 % av årsmax var skillnaden mellan kalkningsmetoderna liten, mellan 5 och 10 % av målpunkterna saknade godkända högflödesprover (figur 19). Skillnaden avseende målpunkter som saknade kalkbehov under 2019 var också förhållandevis liten. Den lägsta andelen (5 %) noterades för metodkombinationen våtmark/sjö och den högsta (15 %) för sjökalkade målpunkter. Våtmarkskalkning var den metod som gav högst vattenkemisk måluppfyllelse. Även metodkombinationerna med våtmarkskalkning låg högre än de som bara kalkas med doserare eller sjöar.

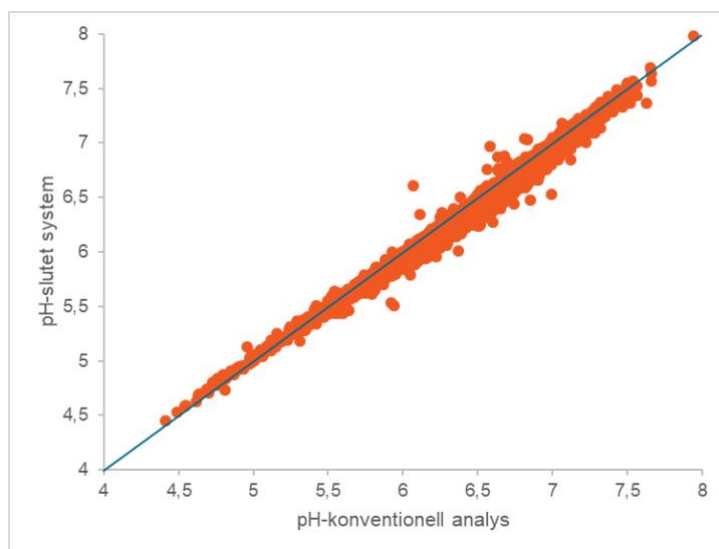


Figur 19. Andel målpunkter i kalkade vattendrag under 2019 med underskridet pH-mål, uppfyllt pH-mål, som saknade kalkbehov respektive saknade prover tagna vid flöden >50 % av årsmax.

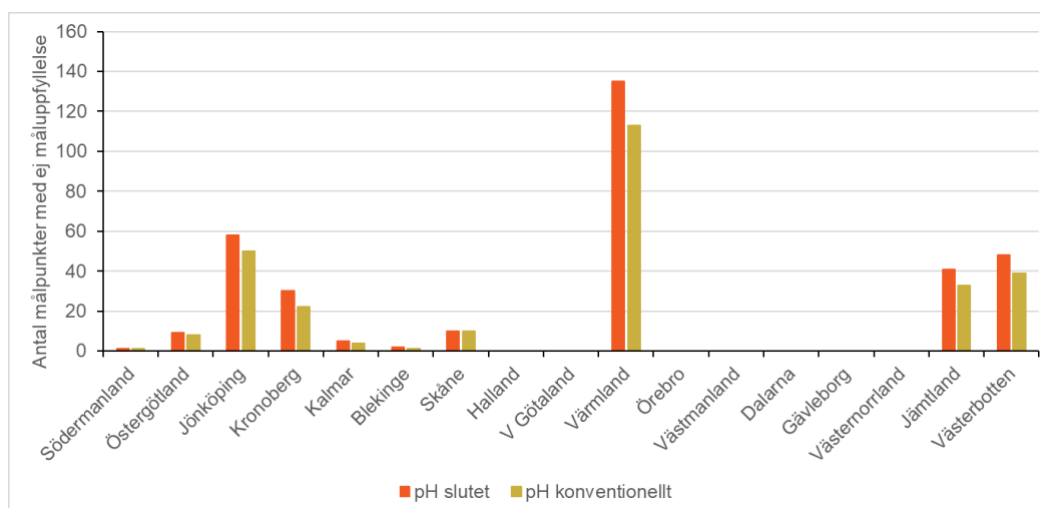
#### 4.3.4 Måluppfyllelse 2019 beroende på analysmetod av pH

Efter några år av utvecklingsarbete började Kalklab i Östersund under 2019 analysera pH i slutet system. Analysen utgör tillsvidare ett komplement till den konventionella metoden som fortfarande används vid bedömning av måluppfyllelse. Hanteringen av proverna vid analys i slutet system innebär att avgången av kolsyra minimeras, därmed bibehåller vattnet samma pH som djuren vistas i. Vid konventionell analys sker en okontrollerad avgång av kolsyra, vilket höjer pH. Effekten gäller enbart i vatten som har alkalinitet, dvs. ungefär vid pH högre än 5,5. Vid institutionen för vatten och miljö vid SLU har analys i slutet system tillämpats länge. Det innebär att alla pH-värden från nationell och regional miljöövervakning som analyseras av SLU avser slutet system.

I figur 20 redovisas pH för samtliga vattenprover där bägge analysmetoderna utfördes parallellt. Skillnaden var i medeltal 0,08 pH-enhet, vilket kan uppfattas som obetydligt. Skillnaden innebar att antalet målpunkter med underskridet pH-mål ökade med närmare 20 % (figur 21). Att effekten blev så stor berodde på att många målpunkter hade en liten marginal mellan lägsta pH och pH-målet vid konventionell analys. En övergång till att bedöma måluppfyllelse med utgångspunkt från analys av pH i slutet system skulle således innebära att en redan låg vattenkemisk måluppfyllelse blir ännu lägre. En sådan förändring bör inte genomföras förrän den planerade översynen av de vattenkemiska målnivåerna är klar.



Figur 20. pH vid analys i slutet system och med konventionell metodik i prover från mÅlpunkter i kalkade vattendrag under 2019. Linjen avser 1:1.

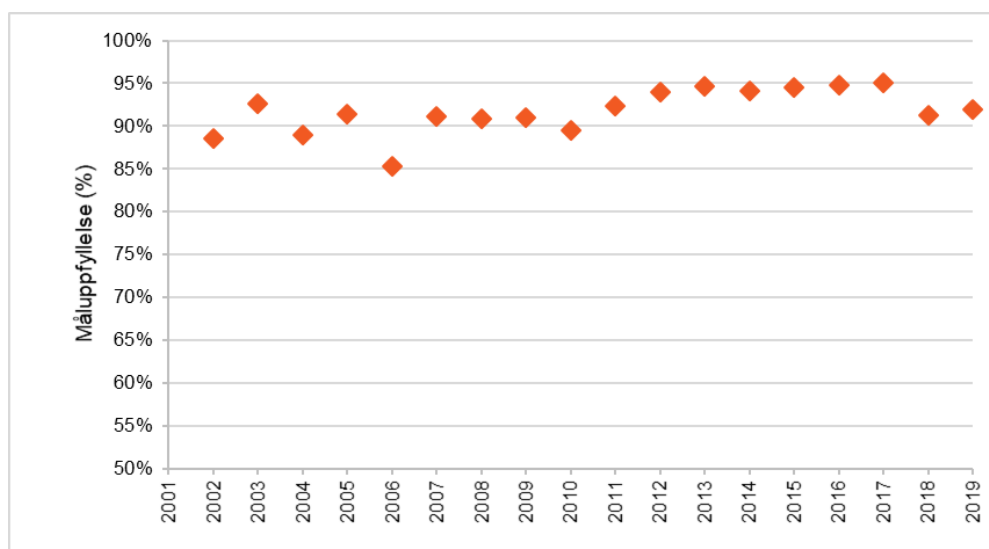


Figur 21. Antal mÅlpunkter i kalkade vattendrag under 2019 med underskridet pH-mål vid analys av pH i slutet system, respektive vid konventionell metodik. GÅller enbart lokaler dÅr bÅgge analysmetoderna tillämpades parallellt. Observera att analys av pH i slutet system inte gjordes pÅ nÅgra lokaler i Halland, V Götaland, Örebro, Västmanland, Dalarna, Gävleborg och Västernorrland.

#### 4.4 Vattenkemisk mÅluppfyllelse i sjÅr

Även i kalkade sjÅr är det vattenkemiska utfallet beroende pÅ provtagningstidpunkt, men också pÅ provtagningsplats. Till skillnad mot vattendragen finns nÅgra reservationer vid provtagning i sjÅr som i praktiken betyder att de lägsta pH-värdena sällan detekteras. Reservationerna innebär att prover inte ska insamlas i strandzoner och inte under perioder nÅr vattenvolymen är temperaturskiktad. Framför allt innebär det att utloppsprover under islagda förhÅllanden, eller strax efter islossningen, inte ska används för bedömning av mÅluppfyllelse i sjÅr.

Måluppfyllelsen i sjöar rapporteras både som antal och sjöyta. I medeltal sedan 2002 har antalet sjöar med uppfyllt mål legat på strax under 92 %, med en svagt stigande tendens. Förbättringen beror sannolikt mest på rekommendationen att undvika prover vid skiktade förhållanden som infördes i och med kalkningshandboken från 2010. Samtidigt är det viktigt att beakta att antalet målsjöar minskat från närmare 4 000 till 2 592 sedan 2002.



Figur 22. Rapporterad vattenkemisk måluppfyllelse 2002-2019 baserad på antal kalkade målsjöar.

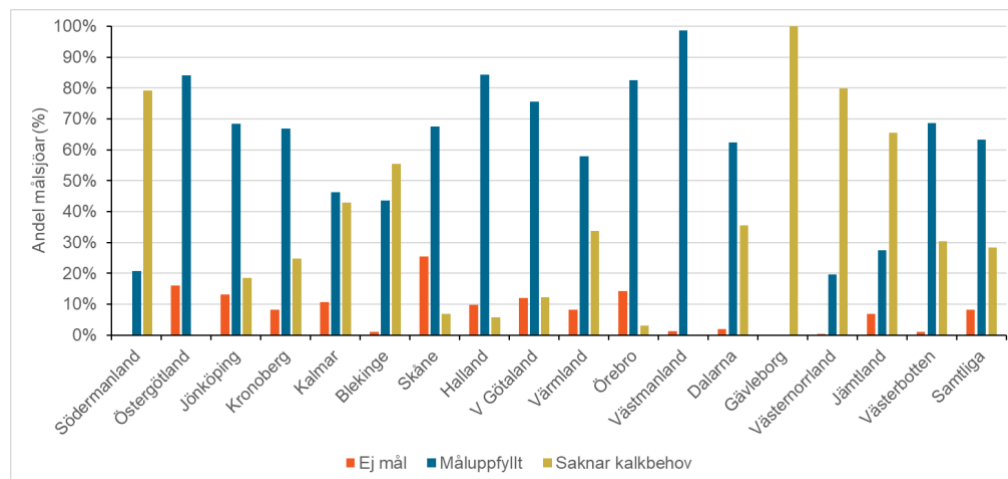
#### 4.4.1 Länsvis måluppfyllelse i sjöar under 2019

Totalt insamlades 4 710 vattenprov från 2 430 målsjöar under 2019. Vid 239 provtillfällen (5,1 %) underskreds pH-målet (figur 23). Antalet sjöar med underskridet mål uppgick till 201 (8,3 %). I Gävleborg och Södermanland noterades inte någon sjö med underskridet pH-mål. I Västmanland, Västernorrland, Blekinge och Västerbotten underskreds målet i en sjö.

Med den nya redovisningsmallen är det även möjligt att skatta antalet sjöar som skulle klarat pH-målet utan kalkning, vilket uppgick till 689 sjöar (28 %). I Gävleborg saknade den enda målsjön kalkbehov under 2019. I Södermanland och Västernorrland saknades kalkbehov i ungefär 80 % av målsjöarna och i Jämtland i cirka 65 %. 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.

Om sjöar som saknar kalkbehov inte räknas som måluppfyllda noterades den högsta måluppfyllelsen i Halland och Östergötland med 84 %, vilket beror på att dessa län hade en låg andel målsjöar som saknade kalkbehov. Om måluppfyllelsen i stället räknas som i figur 22 hade Södermanland och Gävleborg 100 % och Blekinge,

Västmanland, Västernorrland samt Västerbotten 99 %. Observera att alla siffror inte överensstämmer exakt med den måluppfyllelse som länsstyrelserna själva rapporterat, vilket i sådana fall beror på att länsstyrelsens rapporterade måluppfyllelse inte överensstämmer med underlaget i kemiredovisningen. Värt att notera är också att antalet som saknade kalkbehov inte kunde beräknas för Västmanland och bara för ett mindre antal i Örebro eftersom analysvärden på kalcium och magnesium saknades.



Figur 23. Andel målsjöar 2019 med underskridet pH-mål, uppfyllt pH-mål samt som saknade kalkbehov.

Det måste betraktas som anmärkningsvärt att närmare 700 målsjöar sannolikt skulle klarat pH-målet utan kalkning. Detta mot bakgrund av att 2019 framstår som ett hydrologiskt normalår. Förändringen av rekommendationerna avseende provtagningstidpunkt är sannolikt en bidragande faktor. I och med att prover inte längre tas under skiktade förhållanden är det troligt att kalkning inte längre behövs i hundratals målsjöar. Sedan är det viktigt att beakta osäkerheten vid skattningen av  $pH_{okalk}$ , men även om en säkerhetsmarginal på 0,2 pH-enhet tillämpas kvarstod närmare 500 målsjöar som saknade kalkbehov under 2019. Vid granskningen av de regionala åtgärdsplanerna kommer även kemidata från 2014-2018 att beaktas, vilket medger en säkrare bedömning av vilka målsjöar som saknar kalkbehov.

#### 4.5 Uppföljning av biologi

Den biologiska uppföljningen av kalkade vatten har minskat något, men är fortfarande omfattande. Under 2019 genomfördes 843 elfisken, 386 bottenfaunaprovtagningar, 42 nätprovfisken, 6 kräftprovfisken, 18 undersökningar av flodpärlmussla samt 141 provtagningar av påväxtalger.

Sedan 2015 har Havs- och vattenmyndigheten beställt fem syntesrapporter som baseras på alla tillgängliga, regionala och nationella, data sedan kalkningsverksamheten påbörjades. Rapporterna avser:

- Fisk i vattendrag (utkom 2015)

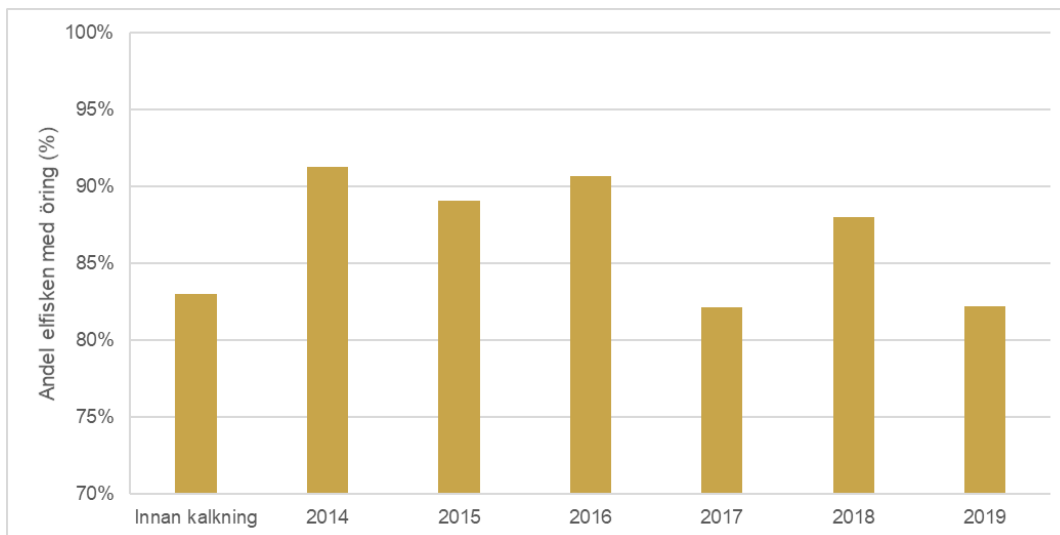
- Bottendjur i vattendrag (utkom 2018)
- Fisk i sjöar (utkommer 2020)
- Flodpärlmussla (utkommer 2020)
- Flodkräfta (utkommer 2020 eller 2021)

Med utgångspunkt från rapporteringen av nyckeltal är det möjligt att, i viss mån, följa utvecklingen efter den period som syntesrapporterna innefattar.

#### 4.5.1 Fiskfaunan i kalkade vattendrag

Syntesrapporten (HaV rapport 2015:23), som beskriver effekten av kalkning på fisk i rinnande vatten, baserades på cirka 14 700 elfisketillfällen till och med 2012 (Degerman m.fl. 2015). Sedan 2014 innefattar nyckeltalen ett antal resultatparametrar som kan jämföras med resultaten från syntesrapporten. Från 2014 till och med 2019 genomfördes drygt 5 000 elfisken i kalkade vatten, vilket i genomsnitt motsvarar 845 elfisken/år.

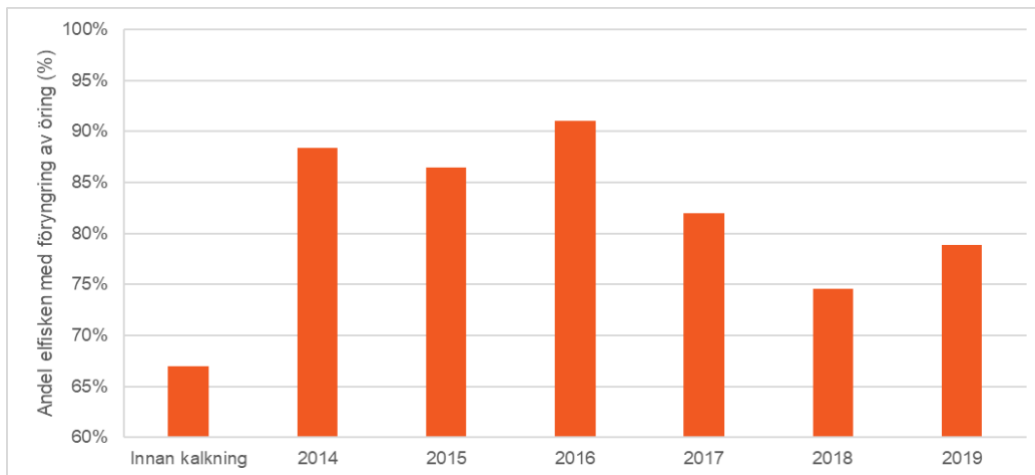
Enligt syntesrapporten förekom öring vid 83 % av elfiskena innan kalkning. Efter kalkning ökade andelen till närmare 91 %, men ökningen avstannade 9-16 år efter kalkstart. Under 2014-2019 varierade andelen med öring mellan 82 % och 91 %, med de svagaste noteringarna för 2017 och 2019 (figur 24). Dessa år var utfallet i paritet med vad som redovisades från före kalkning i syntesrapporten.



Figur 24. Andel elfisketillfällen i kalkade vattendrag med fångst av öring. Andelen från före kalkning är från HaV rapport 2015:23 (Degerman m.fl. 2015).

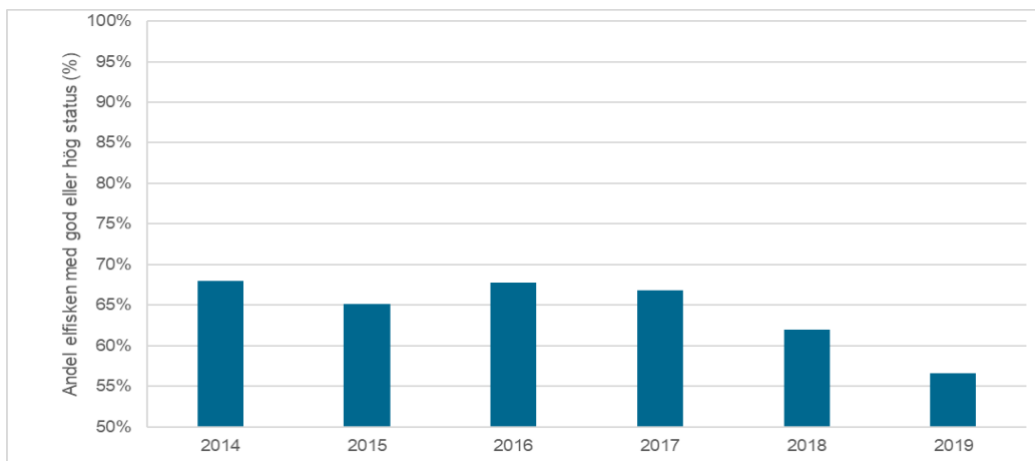
Andel elfisken med konstaterad reproduktion av öring (där öring fångas) var knappt 70 % innan kalkning och ökade efter kalkning i mer än 16 år till 86 %. Det var likvärdigt med situationen i pH-neutrala referenser. Under perioden 2014-2019 varierade andelen mellan 75 % och 91 % med den lägsta noteringen 2018 och den

högsta 2016 (figur 25). Även avseende reproduktion var tendensen således negativ, men nivån var högre än innan kalkning.



**Figur 25.** Andel elfisketillfällen i kalkade vattendrag med föryngring av öring (där den fångas). Andelen från före kalkning är från HaV rapport 2015:23.

Den övergripande målsättningen för miljöåtgärder i vatten är att uppnå en ekologisk status som är god eller hög. För att beräkna statusen med utgångspunkt från elfiskeresultat används indexet VIX. Indexet skattar en förväntad nivå på fiskfaunan utifrån lokalens naturgivna förutsättningar och jämför denna med erhållet resultat. Rapporteringen av nyckeltal visade att andelen lokaler med god eller hög status minskat under de senaste åren (figur 26).



**Figur 26.** Andel elfisketillfällen med god eller hög status i kalkade vattendrag.

Mellanårsvariationer i klimatet torde vara den viktigaste faktorn till den negativa utvecklingen. I syntesrapporten utjämnades klimatvariationerna eftersom alla tidstrender baserades på antal år efter kalkstart. De svaga resultaten för 2018 och 2019 torde främst vara en effekt av den extremt varma och torra sommaren 2018. Öring trivs dåligt i varmt vatten. Låga flöden innebär också en ökad risk för predation



från gädda och abborre. Även nästkommande år kan påverkas, inte minst till följd av att lekvandringen påverkas om lågflödena fortsätter in på hösten vilket de gjorde under 2018.

## 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. HaV rapport 2015:23.

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 2019

## 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.