Vattenmyndigheternas riktlinjer för jordbrukets påverkan på övergödning

Åtgärder och undantag

VATTENMYNDIGHETERNA

Länsstyrelserna

VERSION	ÄNDRING	DATUM	VEM?
1.0	SAMRÅDSVERSION	2020	JFP/MEL/DS
1.1	REVIDERING OCH BESLUT EFTER SAMRÅD	2021-11-09	VVD/AGA
1.2	ÄNDRAD TITEL.	2022-03-10	MV

Titel:	**Vattenmyndigheternas riktlinjer för jordbrukets påverkan på övergödning: Åtgärder och undantag**
Utgiven av:	Vattenmyndigheterna i Sveriges fem vattendistrikt
Författare:	Jan F Petersson, Martin Erlandsson Lampa, Daniel Smith och Niclas Engene
Utgivningsår:	2021
Omslagsfoto:	Creative commons
Upplaga:	Endast digital utgåva

Förord

Detta dokument beskriver åtgärdsanalysen och undantag/tidsfrister när det gäller miljökvalitetsnormer för vatten med avseende på påverkanstypen Diffusa källor – Jordbruk och miljöproblemet övergödning.

Med början hösten 2018 bedrev vattenmyndigheterna ett utvecklingsarbete av riktlinjer med syfte att förbättra åtgärder, undantag och ekonomisk analys för vattenförekomsterna i VISS. En del av arbetet är att förbättra hanteringen av åtgärder i VISS för att ha ett bättre underlag för miljökvalitetsnormerna och att kommuner, länsstyrelser och åtgärdsmyndigheterna ska få bättre effekt i sitt åtgärdsgenomförande.

Utgångspunkten för riktlinjerna är att åtgärder och undantag för miljökvalitetsnormer för vatten måste vara grundade på en definierad påverkanstyp (mänsklig påverkan) kopplat till vilka kvalitetsfaktorer eller parametrar som är försämrade på grund av påverkanstrycket.

Dessa riktlinjer har delvis arbetats fram inom ramen för projektet LIFE IP Rich Waters, delprojekt C5, tillsammans med representanter från olika länsstyrelser, Jordbruksverket samt LRF – stort tack för er hjälp och medverkan. Underlagen för åtgärdernas utrymme och effekt har tagits fram av Sveriges Lantbruksuniversitet. Dokumentet har reviderats efter samråd och beslutats av vattenvårdsdirektörer och arbetsgruppsansvariga inom vattenmyndigheterna den 9 nov 2021.

Ytterligare riktlinjer inom sektorn jordbruk omfattar påverkanstyperna Förändring av morfologiskt tillstånd – jordbruk, Diffusa källor – jordbruk – miljögifter, Diffusa källor – Andra relevanta – Hästgårdar.

Innehåll

Förord ... **3**
1. Bakgrund ... **5**
2. Åtgärdsanalys ... **6**
2.1 Uppdateringar i underlag och beräkningar från tidigare analys ... 6
Justerad metodik ... 6
Förbättrade underlag avseende beräkning av åtgärdsbehov, potential och kostnader för möjliga åtgärder. ... 6
Begränsningar ... 7
2.2 Korrigeringar efter vattenmyndigheternas samråd 1 november 2020 – 30 april 2021 ... 7
2.3 Övergripande metodik ... 7
2.4 Åtgärdsbehov ... 9
2.5 Möjliga åtgärder ... 9
Anpassade och konventionella skyddszoner ... 10
Strukturkalkning ... 15
Våtmarker ... 17
Precisionsgödsling ... 20
Fånggrödor och vårbearbetning ... 21
2.6 Genomförda åtgärder ... 25
2.7 Tillvägagångssätt ... 26
2.8 Resultat ... 27
Åtgärdsbehov och effekt av prioriterade åtgärder ... 27
Finansiering och kostnader ... 28
Åtgärdsgenomförande över två förvaltningscykler ... 30
3. Miljökvalitetsnormer ... **33**
3.1 Undantag med tidsfrist till 2033 på grund av naturliga förhållanden ... 33
3.2 Undantag med tidsfrist till 2039 på grund av naturliga förhållanden ... 33
3.3 Undantag med tidsfrist till 2027 på grund av naturliga förhållanden ... 34
3.4 Undantag med tidsfrist till 2027 – tekniskt omöjligt ... 34
3.5 Mindre strängt krav med skälet omöjligt ... 34
Referenser ... **36**
Bilaga 1. Underlag för borttagning av icke kostnadseffektiva åtgärder ... **37**
Fosfor ... 37
Kväve ... 37
Bilaga 2. Storlek och effekt för prioriterade åtgärder fördelat över två cykler ... **38**
Bilaga 3. Vårbearbetning ... **40**
Åtgärdsutrymme ... 40
Effekt och reduktionspotential ... 40
Åtgärdskostnad ... 41

1. Bakgrund

Inför vattenförvaltningscykel 2016–2021 genomförde vattenmyndigheterna en åtgärdsanalys i syfte att ta fram underlag för miljökvalitetsnormer och åtgärder kopplat till övergödning (Gyllström m.fl., 2016). Analysen genomfördes per vattenförekomst och omfattade såväl åtgärdsbehov som potential för 15 olika åtgärder för att reducera näringsbelastningen från jordbruksmark och avloppsvatten (kommunala reningsverk, enskilda avlopp och dagvatten). Med åtgärdsbehov avses hur många kilogram fosfor respektive kväve som läckaget behöver minska med för att nå miljökvalitetsnormer kopplat till övergödning. Åtgärdernas potential avser den teoretiskt möjliga arealen samt dess effekt. Utifrån denna information uppskattades sedan hur långt de teoretiska åtgärderna skulle kunna nå och till vilken kostnad.

Statusklassificeringen av Sveriges vattenförekomster har uppdaterats och informationen kring de underlag som har använts för att beräkna åtgärdernas potential och kostnader har utvecklats ytterligare. I syfte att ge ett bättre och mer aktuellt underlag till åtgärds- och styrmedelsanalyser har vattenmyndigheternas analys från 2016 uppdaterats inom Life IP projektet Rich waters. I projektet har vattenmyndigheterna tillsammans med Jordbruksverket och Lantbrukarnas riksförbund gått igenom och uppdaterat antaganden kring möjliga arealer, effekter och kostnader för jordbruksåtgärderna. Inom projektet har Sveriges lantbruksuniversitet granskat resultaten från analysen 2016 och gett förslag på förbättringar (Aronsson m.fl. 2019), vilket varit en utgångspunkt för den uppdaterade analysen.

Till skillnad från Gyllström m.fl. 2016 begränsas analysen till att endast omfatta åtgärdsbehov och åtgärder för att minska det diffusa läckaget av näringsämnen från jordbruksmark. Resultaten från projektet har implementerats i underlagen till vattenmyndigheternas Förvaltningsplan 2021–2027. De fysiska åtgärder som prioriterats fram för respektive vattenförekomst återfinns i VattenInformationsSystemSverige (VISS).

2. Åtgärdsanalys

Åtgärdsanalysen följer i stor utsträckning den samma som presenteras i Gyllström m.fl. (2016). Underlagen till åtgärdsanalysen har dock förbättrats sedan föregående analys och vissa delmoment har därför uppdaterats. Nedan ges en beskrivning av de uppdateringar som genomförts samt en bild av den övergripande strategin och dess olika delmoment.

2.1 Uppdateringar i underlag och beräkningar från tidigare analys

Justerad metodik

Följande justeringar har gjorts jämfört med Gyllström m.fl. (2016).

- Endast åtgärdsbehov och åtgärder för att minska det diffusa läckaget av näringsämnen från jordbruksmark omfattas. I Gyllström m.fl. (2016) ingick samtliga påverkanstyper för övergödning.
- Uppdaterade tillvägagångssätt för beräkning av åtgärdsbehov för sjöar, vattendrag och kustvatten.
- En tröskel för när en åtgärd ej kan anses vara kostnadseffektiv har lagts till.
- Med utgångspunkt i Aronsson m.fl. 2019, har beräkning av effekt, potential och kostnad för åtgärderna justerats.
    - Våtmarker. Uppdaterad effekt, potential och kostnad. Ingen uppdelning mellan fosfordammar respektive våtmark för näringsretention.
    - Skyddszoner (anpassade och konventionella). Uppdaterad effekt, potential och kostnad.
    - Strukturkalkning. Uppdaterad effekt och kostnad.
- Inkluderande av rena kväveåtgärder (fånggrödor och vårbearbetning samt precisionsgödsling).

Förbättrade underlag avseende beräkning av åtgärdsbehov, potential och kostnader för möjliga åtgärder.

- Uppdaterad statusklassificering inför vattenförvaltningscykel 2021-2027 (data från 2012-2018) – påverkar åtgärdsbehoven.
- Uppdaterat underlag från Svenska MiljöEmissionsData (SMED) avseende beskrivning av näringsbelastnings från olika källor i Sverige (SMED, 2018) –påverkar både åtgärdsbehov och potentialen för de åtgärder som ingår i analysen.
- Förbättrade underlag avseende jordartsfördelning och lerhalter (Söderström och Piikki, 2016).
- Jordbruksverkets erosionsriskkartor för åkermark (Djodjic och Markensten, 2017) – Påverkar beräkningen av potential och effekt avseende skyddszoner.
- Inkluderar genomförda åtgärder från perioden 2015-2018.

Begränsningar

En stor del av det underlag som använts för att uppdatera beräkningen av åtgärdspotentialer har varit begränsat till de tre södra vattendistrikten. Potentialen för åtgärderna anpassade skyddszoner, konventionella skyddszoner, och strukturkalkning har därför inte kunnat uppdateras för Bottenviken och delar av Bottenhavets vattendistrikt.

2.2 Korrigeringar efter vattenmyndigheternas samråd 1 november 2020 – 30 april 2021

Åtgärdsanalysen för jordbruk är ett underlag till vattenmyndigheternas förvaltningsplaner miljökvalitetsnormer och åtgärdsprogram. Underlaget ingick därför som en del av vattenmyndigheternas samråd 1 november 2020 – 30 april 2021. Samrådet resulterade i en rad viktiga justeringar som beskrivs nedan.

Utrymmet för strukturkalkning har korrigerats. Strukturkalkning är en av de mest kostnadseffektiva åtgärderna i vattenmyndigheternas underlag och dess potential bedömdes som mycket hög i samrådsversionen. Flera samrådsinstanser påpekar dock att vattenmyndigheterna inte tagit hänsyn till den begränsning som finns avseende tillgången på strukturkalk och att den uppskattade potentialen därför är orimlig. Vattenmyndigheterna instämmer i kritiken och har begränsat potentialen för åtgärden utifrån den mängd strukturkalk som branschen och Jordbruksverket bedömt vara rimlig att producera.

Kalfilterdiken tas bort från analysen. Kalkfilterdiken är beroende av samma kalkprodukt som åtgärden strukturkalkning och dess potential är därmed begränsad på ett likartat sätt. Vattenmyndigheterna anser sig inte ha tillräckliga underlag för att prioritera mellan de båda åtgärdstyperna men bedömer att det uppskattade åtgärdsutrymmet för kalkfilterdiken är mer osäkert. Åtgärden kalkfilterdiken har därför tagits bort i den uppdaterade analysen.

Tvåstegsdiken tas bort från analysen. Flera samrådsinstanser lyfter att det finns tveksamheter avseende effekten av tvåstegsdiken och att vattenmyndigheternas underlag avseende denna åtgärd är mycket osäkert. Vattenmyndigheterna instämmer i kritiken avseende att det finns för stora osäkerheter kring beräkningen av denna åtgärd och har därför valt att inte inkludera åtgärden i analysen. Tvåstegsdiken bedöms dock fortfarande vara en potentiell åtgärd men det behövs mer underlag för att bedöma dess potential i en större skala.

Precisionsgödsling läggs till som möjlig åtgärd. Flera synpunktslämnare lyfter precisionsgödsling som en lämplig åtgärd för att reducera kväve. Vattenmyndigheterna har efter samrådet inkluderat denna åtgärd baserat på underlag som tagits fram tillsammans med Jordbruksverket och Lantbrukarnas riksförbund.

2.3 Övergripande metodik

Åtgärdsanalysen följer i stor utsträckning det som presenteras i Gyllström m.fl. (2016). Vissa av delmomenten har dock fått ett uppdaterat tillvägagångssätt. Det övergripande tillvägagångssättet beskrivs i fem steg enligt nedan samt av Figur 1. De olika beräkningsstegen beskrivs i mer detalj i kapitel 2.4 - 2.7.

1 **Åtgärdsbehov inland.** I ett första steg beräknas nödvändig reduktion av fosfor för att nå god ekologisk status (GES) avseende näringsämnen. Beräkningen utgår från statusklassificeringen av näringsämnen samt från näringsbelastning via PLC6.5 (SMED,

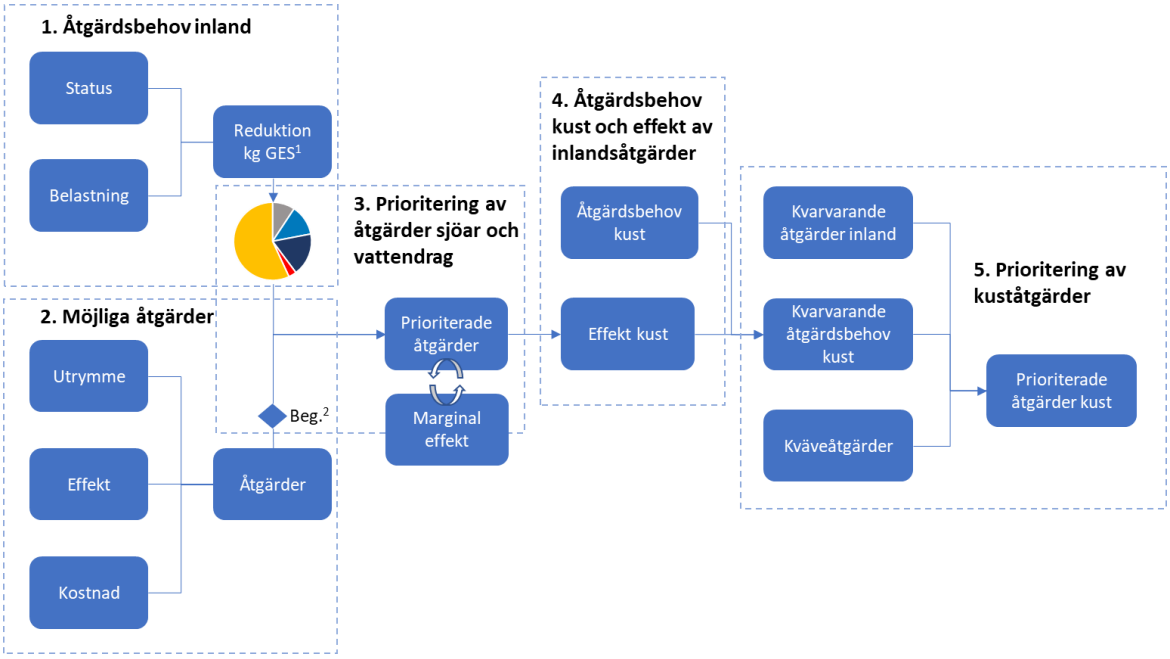
2018). Det totala reduktionsbehovet fördelas sedan mellan olika källor (avlopp, jordbruk, industri etc.) utifrån deras bidrag till den totala belastningen. Hänsyn tas även till effekten av redan genomförda åtgärder, se kapitel 2.6.

2 **Möjliga åtgärder.** Teoretiskt möjligt utrymme, effekt och kostnad för de ingående åtgärderna beräknas för varje vattenförekomsts lokala avrinningsområde (VARO). Utrymmet för de möjliga åtgärderna korrigeras utifrån redan genomförda åtgärder, se kapitel 2.6. Beräkningsmetodik för att beskriva åtgärdsutrymme och effekt för möjliga åtgärder beskrivs i kapitel 2.5.

3 **Prioritering av åtgärder för sjöar och vattendrag.** Möjliga åtgärder prioriteras utifrån att de mest kostnadseffektiva åtgärderna ska uppfylla åtgärdsbehovet per VARO. Innan denna prioritering, sker en bortfiltrering av möjliga åtgärder där kostnaden bedömts som orimlig utifrån en allt för låg reduktion av fosfor. För att inte överskatta den samlade effekten av åtgärderna per VARO beräknas även en marginaleffekt. Marginaleffekten tar hänsyn till att åtgärder på exempelvis jordbruksfältet (såsom strukturkalkning) kommer att påverka den möjliga reduktionen via åtgärder längre ned i systemet såsom vid diken eller i vatten (exempelvis skyddszon eller våtmark). Hänsyn tas även till hur redan genomförda åtgärder påverkar åtgärdsbehovet.

4 **Åtgärdsbehov kust och effekt av inlandsåtgärder.** På liknande sätt som för sjöar och vattendrag beräknas ett åtgärdsbehov för kustvattenförekomsterna. Till skillnad från sjöar och vattendrag beräknas även ett behov avseende kväve. Åtgärder som prioriteras för sjöar och vattendrag kommer även att påverka kustvattnet. För att ta hänsyn till detta beräknas vilken effekt de prioriterade inlandsåtgärderna har på kustvattnet. Denna effekt dras sedan av från åtgärdsbehovet för kustvatten. Åtgärdsbehovet justeras även utifrån redan genomförda åtgärder.

5 **Prioritering av kuståtgärder.** Ytterligare åtgärder för att täcka eventuella kvarvarande åtgärdsbehov för fosfor i kustvatten prioriteras utifrån kvarvarande åtgärdspotentialer för inlandsvatten. Av inlandsåtgärderna är det endast våtmarker som bedöms ha en effekt på förlusterna av kväve. Efter att denna effekt dragits bort från betinget prioriteras de rena kväveåtgärderna (Fånggrödor och vårbearbetning samt precisionsgödsling) på liknande sätt som fosforåtgärderna.



Figur 1. Arbetsgång för framtagande av prioriterade åtgärder per vattenförekomst.

2.4 Åtgärdsbehov

Beräkningen av åtgärdsbehovet utgår från varje vattenförekomsts *förbättringsbehov*, som beskriver skillnaden mellan nuvarande tillstånd och god status med avseende på kvalitetsfaktorn Näringsämnen. Detta uttrycks som den mängd belastningen av näringsämnen behöver minska med [kg/år]. Detta omvandlas sedan till ett *åtgärdsbehov*. Även åtgärdsbehovet uttrycks som en minskning av belastningen, men specificerar till skillnad från förbättringsbehovet var i avrinningsområdet åtgärder bör göras. Tillvägagångssättet för att beräkna åtgärdsbehovet beskrivs i en separat rapport (Erlandsson Lampa m.fl. 2020).

2.5 Möjliga åtgärder

Inom LIFE IP projektet Rich Waters har Vattenmyndigheterna tillsammans med Jordbruksverket och Lantbrukarnas riksförbund gått igenom vilka möjliga åtgärder som finns att tillgå för att reducera läckaget av näringsämnen från jordbruksmark. Jämfört med de åtgärder som ingick i Gyllström m.fl. (2016) har en del åtgärder lagts till respektive tagits bort. Rena kväveåtgärder saknades i den tidigare analysen och har därför inkluderats i form av åtgärderna fånggrödor och vårbearbetning. På grund av bristande potential har åtgärden anpassad stallgödselspridning strukits från analysen. Åtgärden omfattar rekommendationer som redan efterföljs inom nitratkänsliga områden, dess potential är därför mycket begränsad. Åtgärderna fosfordammar och våtmarker har slagits samman till en åtgärd.

Vattenmyndigheternas samråd 1 november 2020 – 30 april 2021 resulterade även i vissa korrigeringar avseende de möjliga åtgärderna (se kapitel 2.2):

[1]kg GES. mängd fosfor som behöver minska för att god ekologisk status.
[2]Beg. Begränsning att endast ta med åtgärder med rimlig kostnad i förhållande till dess effekt (kg). Se vidare förklaring i kapitel 3.6.

- Åtgärdsutrymmet för strukturkalkning har korrigerats utifrån tillgång till bränd/släkt kalk.
- Kalkfilterdiken och tvåstegsdiken har tagits bort från analysen.
- Precisionsgödsling har lagts till som möjlig åtgärd.

Utöver justeringarna ovan har även beräkningarna för fånggrödor och vårbearbetning justerats, se kapitel Fånggrödor och vårbearbetning.

De åtgärder som ingår i analysen presenteras i Tabell 1. Hur effekt, potential och kostnad för åtgärderna beräknats beskrivs per åtgärd nedan. Utöver dessa åtgärder har även andra åtgärder diskuterats inom Rich Waters projektet. Att analysen begränsats till åtgärderna i Tabell 1 hör till att det saknas tillräckliga kunskapsunderlag för att beskriva övriga åtgärders effekter, potential och kostnader.

Tabell 1. Åtgärder som ingått i vattenmyndigheternas åtgärdsanalysen kopplat till vattenförvaltningscykel 2016-2021. I tabellen framgår även vilken åtgärdskategori som används i VatteninformationsSystemSverige (VISS) samt vilken effekt som kopplats till åtgärden, fosfor och/eller kväve.

Åtgärd	Åtgärdskategori VISS	Effekt
Anpassade skyddszoner	Anpassad skyddszon - hög erosionsrisk, Anpassad skyddszon - medel erosionsrisk samt Anpassad skyddszon – låg erosionsrisk	Fosfor
Fånggrödor	Fånggrödor med höstnedbrukning samt Fånggrödor med vårnedbrukning	Kväve
Konventionella skyddszoner	Skyddszon - hög erosionsrisk, Skyddszon - medel erosionsrisk samt Skyddszon - låg erosionsrisk	Fosfor
Precisionsgödsling	Precisionsgödsling	Kväve
Strukturkalkning	Strukturkalkning - hög effekt	Fosfor
Vårbearbetning	Vårbearbetning	Kväve
Våtmarker	Våtmark för förbättrad vattenkvalitet	Fosfor och kväve

Anpassade och konventionella skyddszoner

I Gyllström m.fl. (2016) användes olika beräkningsmetoder för skyddszoner (det vill säga. skyddszoner placerade längs vattendrag eller vattenförande diken, här benämnt konventionella skyddszoner), och anpassade skyddszoner (skyddszoner på erosionskänsliga delar av fältet, till exempel kring dräneringsbrunnar). Åtgärdsutrymme och reduktionspotential för konventionella skyddszoner beräknades med modellen FyrisSKZ, medan beräkningarna för anpassade skyddszoner byggde på schabloner. I de uppdaterade beräkningarna har istället schabloner använts för både konventionella och anpassade skyddszoner.

Åtgärdsutrymme

Åtgärdsutrymmet för konventionella och anpassade skyddszoner baseras på Jordbruksverkets erosionsriskkartor för åkermark (Djodjic och Markensten, 2017).

Beräkningen utgår ifrån erosionsriskkartans linjeskikt som visar flödesvägar för transport av eroderade partiklar (ackumuleringslinjer) samt en klassning av erosionsrisken (1-7, där 1 är den högsta risken). Antagandet är att åtgärdsutrymmet för skyddszoner sammanfaller med ackumuleringslinjerna, det vill säga att varje ackumuleringslinje i ett avrinningsområde kan åtgärdas med antingen en anpassad eller en konventionell skyddszon.

En ackumulationslinje kan antingen sammanfalla med ett permanent vattenförande vattendrag eller dike, eller utgöra tillfälliga flödesvägar på fältet. De förra kan åtgärdas med en konventionell skyddszon längs med vattendragskanten, de senare med en anpassad skyddszon där den tillfälliga flödesvägen skär ett dike eller en dräneringsbrunn. För att skilja dessa åt gjordes en GIS-analys där skiktet med ackumuleringslinjer överlagrades med fastighetskartans hydrografiska skikt. Där ackumulationslinjen sammanföll med ett vattendrag med en 10 meters buffertzon omkring antogs att ackumulationslinjen utgjordes av ett vattenförande vattendrag, i annat fall antogs att den utgjordes av en tillfällig flödesväg på fältet.

För varje VARO kunde på så sätt längden ackumulationslinjer längs vattendrag (L_V) och längden ackumulationslinjer på fält (L_F) beräknas för varje erosionsklass.

Areal konventionella skyddszoner

En konventionell skyddszon antogs vara 6 m bred på båda sidorna om vattendraget, och längden antogs vara lika med längden för ackumulationslinjen. För varje erosionsklass beräknades arean konventionella skyddszoner (A_{KS}) enligt:

Ekvation 1:

$A_{KS} = L_V * 2 * 6$ m [m^2]

Anpassade skyddszoner

En anpassad skyddszon antogs vara 300 m^2 och behöva anläggas där ackumuleringslinjen skär en dräneringsbrunn eller ett vattenförande dike. Medelavståndet mellan dräneringsbrunnar och/eller vattenförande diken antogs vara 200 m, vilket antogs vara det nödvändiga avståndet mellan skyddszoner fågelvägen. Det avstånd som krävs mellan anpassade skyddszoner längs med en ackumuleringslinje beräknades ur kvoten mellan medellängden av en ackumuleringslinje och en rät linje, ur det nationella skiktet. Denna faktorberäknades till 1,38, och en anpassad skyddszon behöver alltså anläggas var 1,38 * 200 m = 276 m längs en ackumuleringslinje.

För varje erosionsklass beräknades arean anpassade skyddszoner (A_{AS}) således enligt:

Ekvation 2:

$A_{AS} = L_F * \Upsilon * 300$ m^2/276 m [m^2]

Effekt och reduktionspotential

Den totala reduktionspotentialen för konventionella och anpassade skyddszoner beräknades enligt nedan.

Ekvation 3:

$P_{ret} = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot P_{bel}$

Där:

P_{ret} = Retentionspotentialen för åtgärden (kg-P/år)

P_{bel} = Total fosforbelastning från jordbruksmark (kg-P/år)

φ_1 = andelen av P-förlusterna som sker genom ytavrinning. Denna faktor är beräknad individuellt för varje VARO utifrån de läckagekoefficienter per region och lerhalt som använts i underlaget till PLC6.

φ_2 = maximala andelen av fosforförluster via ytavrinning som kan åtgärdas med skyddszoner. Denna andel antogs i Gyllström m.fl. (2016) vara 70% för anpassade skyddszoner. Enligt beräkningarna som beskrivs i Gyllström m.fl. (2016) var vidare reduktionspotentialen för konventionella skyddszoner c:a 20% av potentialen för anpassade skyddszoner. φ_2 för konventionella skyddszoner blir således 0,2 * 70% = 15%, och φ_2 för båda typerna av skyddszoner blir 70% + 15% = 85%.

$\varphi 3$ = Skyddszonens reduktionseffekt. Denna antogs = 50% i Gyllström m.fl. (2016), vilket också styrks i SLU's studie (Aronsson m.fl., 2019).

Fördelning av skyddszoner mellan erosionsriskklasser

I åtgärdsanalysen användes de olika erosionsriskklasserna från erosionsriskkartan för att ta hänsyn till nyttan av att placera skyddszoner på de mest erosionskänsliga delarna av fältet. I Djodjic & Markensten (2018) är ackumuleringslinjerna indelade i sju erosionsriskklasser. Under antagandet att fosforläckaget vid ytavrinning är direkt proportionellt till erosionsbenägenheten beräknades en normerad faktor (F_n) för varje erosionsriskklass *n*. I Djodjic & Markensten (2018) anges ett intervall för erosionsbenägenheten för varje klass. För att beräkna F_n antogs centralvärdet i intervallet (C_n) representera varje klass, och F_n för erosionsriskklass *n* angavs sedan som kvoten C_n/C_7, där C_7 är erosionsrisken för klass 7 (klassen med lägst erosionsrisk). I Tabell 2 framgår F_n för de sju erosionsklasserna. En ackumuleringslinje i klass 1 beräknas alltså transportera 300 ggr mer fosfor än en ackumuleringslinje i klass 7-

Tabell 2. Intervall och centralvärde för modellerad erosion för ackumuleringslinjer i erosionsriskklass 1-7 enligt Djodjic & Markensten (2018), samt beräknad faktor Fn för fosforläckage.

Erosions-riskklass	Erosionsrisk (tkm^{-2})	Erosionsrisk centralvärde (tkm^{-2})	Faktor för fosforläckage (F_n)
1	>50	75	300
2	25-50	37,5	150
3	10-25	17,5	70
4	5-10	7,5	30
5	1-5	3	12
6	0,5-1	0,75	3
7	<0,5	0,25	1

Därefter beräknades hur stor andel (θ_n) av den sammanlagda sträckan ackumulationslinjer (L_A) som varje klass 1-7 (L_n) utgör: $\theta_n = L_n/L_A$

Det sammanlagda åtgärdsutrymmet P_{ret} (ekv. 3) fördelades över samtliga ackumulationslinjer i vattenförekomstens lokala avrinningsområde (VARO):

Ekvation 4:

$$\chi_{Pn} = P_{ret} \cdot \theta_n \cdot F_n$$

Detta ger en proportionell fördelning för fosforförlusterna över de olika erosionsriskklasserna. Genom att normera får man fosforförlusterna i kg-P för varje klass:

Ekvation 5

$$\Phi_n = \Sigma\chi_{Pn}/P_{ret}$$

Ekvation 6

$$P_{ret,n} = \phi_n \cdot \chi_{Pn}$$

I Tabell 3 presenteras en exempelberäkning för ett avrinningsområde där den totala reduktionspotentialen är 400 kg-P. Nästan 80% av ackumuleringslinjerna hör till erosionsklass 7, men reduktionspotentialen av att åtgärda dessa är endast 55 kg-P/år. I kontrast ligger 117 kg-P/år, eller 29%, av den totala reduktionspotentialen hos ackumuleringslinjer i klass 3, som utgör 2,4% av den totala längden.

Tabell 3. Exempelberäkning – fördelning av reduktionspotentialen Pred (400 kg-P/år) över de sju olika erosionsriskklasserna.

P_{red}	Erosions-riskklass	θ_n	$P_{red, n}$ (kg-P/år)
400 kg-P/år	1	0,0008	16,8
	2	0,0044	46,2
	3	0,0239	117,2
	4	0,0355	74,6
	5	0,0942	79,2
	6	0,0505	10,6
	7	0,7908	55,4
	Σ	1	400

Åtgärdskostnad

Konventionella skyddszoner

Kostnaden för att genomföra en hektar konventionell skyddszon innebär en investeringskostnad samt en rörlig kostnad. Investeringskostnaden baseras på kostnaden för arbete vid sådd, samt utsäde, se Tabell 4. Den rörliga kostnaden baseras på putsning och produktionsbortfall, produktionsbortfallet varierar beroende på om skyddszonen ska genomföras inom eller utanför Götalands södra slättbygder (GSS). Tabell 5presenterar den

rörliga kostnaden för att genomföra en hektar konventionell skyddszon inom och utanför GSS.

Tabell 4. Variabler som ingår i investeringskostnaden för en hektar konventionell skyddszon.

Variabler	Kronor per hektar	Förklaring
Utsäde	990	Utsädeskostnaden innefattar kostnader för utsädesmängden för en ettårig gröngödslingsvall, vilket uppskattas till 20 kilo per hektar. Då skyddszonen är uppskattad att ha en livslängd på fem år slås mängden ut över hela livslängden. Kostnaden för ett kilo utsäde uppskattas till cirka 49 kronor per kilo.
Arbetskostnad	760	Kostnaden för arbete innefattar de arbete som kan kopplas till sådden. Arbetskostnaden per timme uppskattas till 760 kronor. Vidare antas processen ta cirka 15 minuter per hektar.
Summa	≈ 1 750	

Tabell 5. Variabler som ingår i den rörliga kostnaden för en hektar konventionell skyddszon, i och utanför GSS.

Variabler	Kronor per hektar (i GSS)	Kronor per hektar (utanför GSS)	Förklaring
Putsning	600	600	Putsningskostnaden uppskattas kosta cirka 600 kronor per hektar och inkluderar även kostnaden för transport mellan skyddszoner.
Produktionsbortfall	4 200	2 000	Produktionsbortfallet representerar värdet för en hektar jordbruksmark. Det vill säga värdet om inte en skyddszon genomförts. Produktionsbortfallet antas uppgå till cirka 4 200 respektive 2 000 kronor per hektar.
Summa	≈ 4 800	≈ 2 600	

Kostnaden för att genomföra en hektar konventionell skyddszon innebär en investeringskostnad på cirka 1 750 kronor och en rörlig kostnad på cirka 4 900 kronor om skyddszonen ska genomföras i GSS och cirka 2 700 kronor om det är utanför GSS.

Anpassade skyddszoner

Kostnaden för att genomföra en anpassad skyddszon innebär en investeringskostnad samt en rörlig kostnad. Investeringskostnaden innefattar kostnaden för vallfrö samt en igångsättande kostnad, kostnaden uppgår till cirka 8 000 kronor per hektar, se Tabell 6. Den rörliga kostnaden innefattar kostnaden för försämrad arrondering, skötsel samt produktionsbortfall. Produktionsbortfallet varierar beroende på om skyddszonen ska genomföras inom eller utanför Götalands södra slättbygder(GSS), se Tabell 7.

Tabell 6. Variabler som ingår i investeringskostnaden för en hektar anpassad skyddszon.

Variabler	Kronor per hektar	Förklaring
Vallfrö	860	Kostnaden för vallfrö uppskattas uppgå till 860 kronor per hektar. Kostnaden innefattar de frön som är nödvändiga för sådden.
Igångsättande kostnad	7 100	Kostnaden för igångsättande inkluderar samtliga kostnader som kan relatera till införandet av en anpassad skyddszon. Kostnaden uppgår till cirka 7 100 kronor per hektar.
Summa investeringskostnad	≈ 7 960	

Tabell 7. Variabler som ingår i den rörliga kostnaden för en hektar anpassad skyddszon (kronor per hektar och år).

Variabler	Kronor per hektar (i GSS)	Kronor per hektar (utanför GSS)	Förklaring
Försämrad arrondering	6 000	6 000	Försämrad arrondering innefattar de kostnader som relateras till den extra brukningstid som en anpassad skyddszon kan medföra. Kostnaden uppskattas till cirka 6 000 kronor per hektar och år.
Skötsel	1 400	1 400	Skötselkostnaden innefattar samtliga kostnader som kan relatera till den ökade skötseln av skyddszonen. Kostnaden uppgår till cirka 1 400 kronor per hektar och år.
Produktionsbortfall	4 200	2 000	Produktionsbortfallet representerar värdet för en hektar jordbruksmark. Det vill säga värdet om inte en skyddszon genomförts. Produktionsbortfallet antas uppgå till cirka 4 200 respektive 2 000 kronor per hektar.
Summa rörlig kostnad	11 600	9 400	

Kostnaden för att genomföra en hektar anpassad skyddszon innebär en investeringskostnad på cirka 7 960 kronor och en rörlig kostnad på cirka 11 600 kronor om skyddszonen ska genomföras i GSS och cirka 9 400 kronor om det är utanför GSS.

Strukturkalkning

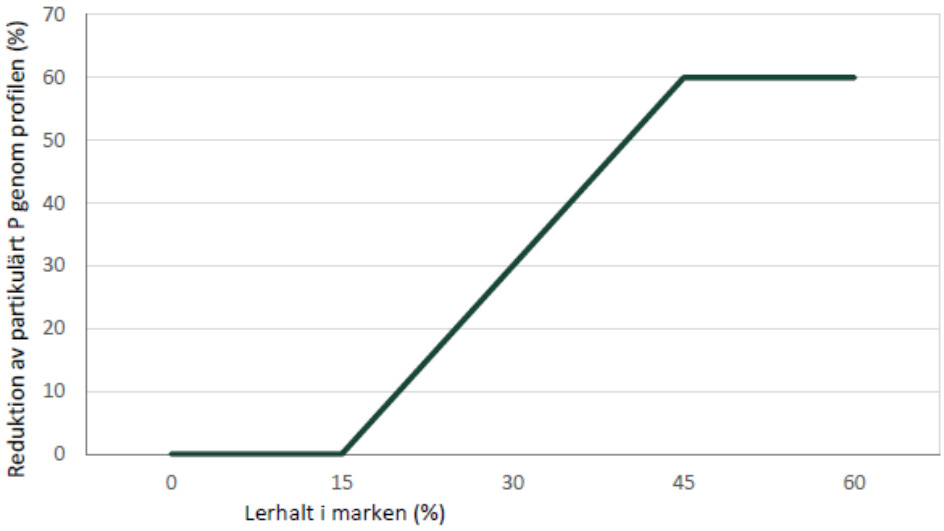
Strukturkalkning syftar till att minska fosforförlustera från lerhaltig åkermark. Detta genom att tillsätta en kalkprodukt, innehållande bränd eller släckt kalk, som förbättrar markstrukturen.

Åtgärdsutrymme

I Gyllström m.fl. (2016) antas att strukturkalkning kan omfatta all jordbruksmark med en lerhalt större än 15 procent. Tillgången av strukturkalk är dock begränsad. Jordbruksverket och kalkproducenter uppskattar att tillgången motsvarar en årlig strukturkalkning av cirka 6 000 – 8 000 hektar åkermark. I beräkningen begränsas därför det nationella åtgärdsutrymmet till cirka 100 000 hektar, under antagandet att åtgärdstakten fördelas jämnt till år 2033. För att fördela åtgärden till områden där den ger störst nytta begränsas åtgärden till jordbruksmark med endast styva leror (lerhalter >40 procent). Detta utifrån att effekten är större vid högre lerhalter.

Effekt och reduktionspotential

Effekten av strukturkalkning är i stor utsträckning beroende av markens lerhalt, där en hög lerhalt ger en större potentiell reduktion. I Mårtensson m.fl. (2020) har en linjär ekvation tagits fram för att beskriva sambandet mellan lerhalt och reduktion av partikulär fosfor (Figur 2). I beräkningen begränsas åtgärdsutrymmet till jordbruksmark med styva leror (lerhalter >40 procent). Utifrån Figur 2 kan åtgärdens effekt för styva leror antas vara cirka 50 procent. Hänsyn har inte tagits till att sambandet endast gäller partikulär fosfor, vilket ger en överskattning av effekten på totalfosforn. Beräkningen baseras dock på medelläckaget från jordbruksmark inom respektive VARO vilket antas kompensera för denna överskattning.



Figur 2 Samband mellan lerhalt och reduktion av partikulär fosfor (Mårtensson m.fl. 2020).

Reduktionspotentialen för strukturkalkning beräknas enligt Ekvation 7.

Ekvation 7:

$P_{red} = A_{ler40} \cdot P_{bel} \cdot R$

Där:

P_{red} = Reduktionspotentialen för åtgärden (kg-P/år).

A_{ler40} = Areal jordbruksmark med lerhalt större än 40 procent, dock begränsat till maximalt 100 000 hektar nationellt.

P_{bel} = Ytspecifik fosforbelastning från jordbruksmark (kg-P/hektar).

R = Reningsgrad för strukturkalkning för jordbruksmark med lerhalter över 40 procent.

Åtgärdskostnad

Kostnaden för att genomföra en hektar strukturkalkning innefattar enbart en investeringskostnad. Investeringskostnaden baseras på kostnaden för kalk samt en nedbrukningskostnad. Kostnaden för kalk har estimerats till cirka 515 kronor per ton. Behovet av kalk per hektar jordbruksmark antas vara 8 ton. Nedbrukningskostnaden har estimerats till cirka 1 000 kronor per hektar. Nedbrukningskostnaden innefattar även ett tillägg för icke-debiterbar tid. Den totala investeringskostnaden för en hektar strukturkalkning uppskattas till cirka 4 100 kronor.

Våtmarker

I Gyllström m.fl. (2016) beskrivs våtmarker utifrån kategorierna fosfordammar och våtmarker för näringsretention. De båda kategorierna skiljer sig åt med avseende på vilket syfte som ska uppnås. Fosfordammar ansågs anläggas främst för att fånga fosfor medan våtmarker för näringsretention främst anlades för att rena kväve. Beräkningen av såväl utrymme som effekt för de två kategorier utfördes därför på olika sätt. Våtmarker och fosfordammar som anläggs i dagsläget är dock mer likartade. Enligt Aronsson m.fl. (2019) finns det därför inte någon direkt anledning att särskilja dem i beräkningen. I den uppdaterade beräkning som presenteras nedan förutsätts att våtmarkerna anläggs med syftet att rena såväl fosfor som kväve samt att de utformas utifrån de rekommendationer som beskrivs i Aronsson m.fl. (2019).

Åtgärdsutrymme

Hur effektivt en våtmark avskiljer näringsämnen är bland annat beroende av hur mycket vatten som mottas per yta, så kallad hydraulisk belastning. Enligt Aronsson m.fl. (2019) bör den hydrauliska belastningen ligga på runt 100 meter per år. Hur mycket vatten som en våtmark mottar är beroende av dess tillrinningsområde och nederbördsmönstret i det aktuella området. Genom att anta en viss storlek för de tilltänkta våtmarkerna kan det nödvändiga tillrinningsområdet för att uppnå en hydraulisk belastning motsvarande 100 m beräknas enligt Ekvation 8.

Ekvation 8

$$A_t = \frac{Hydraulisk\ belastning * A}{avrinningen\ per\ yta}$$

A_t = Tillrinningsområdets area i hektar.

A = våtmarksstorlek i hektar.

Hydraulisk belastning = 100 m/år

I beräkningen antas en optimal våtmarksstorlek vara en hektar. Avrinningen per yta inom tillrinningsområdet antas vara jämnt fördelat inom respektive VARO och erhölls via underlaget till PLC6.5.

Utifrån ovanstående beräkning erhålls information om hur stort tillrinningsområdet för enskilda våtmarker behöver vara, för att uppnå en optimal hydraulisk belastning. Genom att dividera den totala jordbruksarealen med arealen för tillrinningsområdet kan antalet våtmarker per VARO uppskattas. Åtgärdsutrymmet per VARO beräknades således enligt Ekvation 9:.

Ekvation 9:

$$A_v = \frac{A_j \cdot avrinningen\ per\ yta}{Hydraulisk\ belastning} A_v = \text{ Total areal våtmark inom VARO't}$$

$A_v =$ Total areal våtmark inom VARO't

$A_j =$ Areal jordbruksmark i hektar

Effekt och reduktionspotential

För att beräkna effekten av att anlägga våtmarker enligt det åtgärdsutrymme som beskrivs ovan användes de ekvationer för fosfor respektive kväveretention som beskrivs i Aronsson m.fl. (2019), se Ekvation 10 och Ekvation 11.

Ekvation 10:

$$P_{ret} = -0{,}0003 * VP_{bel}{}^2 + 0{,}4584 * VP_{bel}$$

Ekvation 11:

$$N_{ret} = 229{,}41 * lnVN_{bel} - 1405{,}3$$

Där:

VP_{bel}= fosforbelastning, kilogram per hektar våtmark

VN_{bel}= kvävebelastning, kilogram per hektar våtmark

Ekvationerna ger en årlig ytspecifik retention och belastningen behöver därför uttryckas som kilogram per hektar våtmarksyta. Belastningen till respektive våtmark beräknas utifrån den specifika belastningen från jordbruksmark enligt PLC6.5 (SMED, 2018). Att våtmarkernas tillrinningsområden endast omfattas av jordbruksmark bedöms dock som mindre troligt. Den specifika belastningen från jordbruksmark korrigerades därför med faktorn 0,3. Reduktionspotentialen per VARO beräknades för fosfor respektive kväve enligt ekvation 13 och 14.

Ekvation 12:

$$P_{ret} = (-0{,}0003 * ((A_j * a * P_{spec})/A_v)^2 + 0{,}4584 * (A_j * a * P_{spec}/A_v)) * A_v$$

Ekvation 13:

$$N_{ret} = (229{,}41 * ln\,(A_j * a * N_{spec}/A_v)^2 - 1405{,}3) * A_v$$

Där:

A_j = Areal jordbruksmark i hektar.

a = Andel åkermark som kan avvattnas till våtmarker (= 0,3).

P_{spec} = Specifik fosforbelastning från jordbruksmark (kilogram per hektar)

A_v = Total areal våtmark inom VARO't.

N_{spec} = Specifik kvävebelastning från jordbruksmark (kilogram per hektar)

Åtgärdskostnad

Kostnaden för att genomföra en hektar våtmark, innefattar både en investeringskostnad samt en rörlig kostnad. Investeringskostnaden omfattar anläggning och grävning av våtmarken och har uppskattats till cirka 265 000 kronor per hektar. Den rörliga kostnaden varierar beroende på om våtmarken ska genomföras i eller utanför GSS. Den rörliga kostnaden för en hektar våtmark, och dess variabler samt hur de varierar beroende på om våtmarken ska genomföras i eller utanför GSS presenteras i Tabell 8.

Tabell 8. Variabler som ingår i den rörliga kostnaden för en hektar våtmark (kronor per hektar och år).

Variabler	Kronor per hektar (i GSS)	Kronor per hektar (utanför GSS)	Förklaring
Borttagande av sedimentation	340	340	Borttagande av sedimentation med grävmaskin uppskattas kosta cirka 1 022 kronor per timme. Borttagning av sedimentation uppskattas för en hektar våtmark ta cirka 10 timmar under en 30 årsperiod.
Röjningsarbete	2 100	2 100	Röjningsarbete i form av att ta bort igenväxning uppskattas ta 6 timmar per hektar våtmark, där timkostnaden uppskattas till 350 kronor.
Rensningsarbete	900	900	Arbetet med rensning efter röjning, vilket oftast görs med traktor och vagn uppskattas ta cirka 1,5 timmar per hektar våtmark. Timkostnaden uppskattas till 600 kronor.
Utbyte av material	160	160	Utbyte av material, innefattar utbyta av exempelvis rör, brunnar etcetera. Kostnaden för utbyte uppskattas till 160 kronor per hektar våtmark.
Vassklippning	5 240	5 240	Vassrensning uppskattas behövas ske sex gånger under 20 år. Under en tjugoårsperiod uppskattas totalkostnaden uppgå till 17 500 kronor för en hektar våtmark.
Produktionsbortfall	3 000	1400	Produktionsbortfallet för en hektar våtmark baseras på arrendepriset för åkermark. Arrendepriset för en hektar åkermark uppskattas till 2 066 kronor. Det antas att cirka 70% av våtmarken placeras på produktiv åkermark.
Summa	**11 740**	**10 140**	

Kostnaden för att genomföra en hektar våtmark innebär en investeringskostnad på cirka 265 000 kronor och en rörlig kostnad på cirka 11 800 kronor om våtmarken ska genomföras i GSS och cirka 10 000 kronor om det är utanför GSS.

Precisionsgödsling

Precisionsgödsling är en åtgärd som främst har effekt på läckaget av kväve. Åtgärden innebär att mineralgödseln fördelas utifrån näringsbehovet inom fältet. På detta sätt ökar kväveutnyttjandet vilket leder till ett minskat läckage av kväve men kan också innebära en viss skördeökning (Aronsson m.fl., 2019).

Åtgärdsutrymme

Det potentiella åtgärdsutrymmet för precisionsgödsling omfattar all jordbruksmark där spannmål och oljeväxter odlas. Arealer för olika grödor per VARO utgår i beräkningen från underlagsdata till PLC6.5.

Effekt och reduktionspotential

Skillnaden i kväveutlakning mellan homogen och platsspecifik gödsling (precisionsgödsling) har sammanställts i Nilsson, 2010. I rapporten redovisas kväveutlakningsvinsten, det vill säga hur mycket det specifika medelläckaget (kg N per hektar) kan minska, för olika lerhalter (se tabell X). Genom att jämföra kväveutlakningsvinsten mot ett antaget specifikt medelläckage kan en procentuell effekt uppskattas. I beräkningen antas ett specifikt medelläckage motsvarande 10 kg N per hektar, baserat på underlagen till PLC6.5. En kontroll över hur det specifika medeläckaget varierar mellan olika grupper av vattenförekomster med olika andel lera visade på en låg variation i det använda underlaget. Värdet antas därför vara representativt för de olika lerhalterna i Tabell 9.

Tabell 9 Kväveutlakningsvinster för precisionsgödsling vid olika lerhalter, baserat på Nilsson, 2010. Tabellen visar även det för beräkningen antagna medelläckaget och den resulterande procentuella effekten av precisionsgödsling.

Lerhalt (procent)	Kväveutlakningsvinst (kg N per hektar)	Medelläckage (kg N per hektar)	Effekt (procent)
< 15	2,08	10	21
15-25	1,85	10	18,5
>25	1,1	10	10

Utifrån den procentuella reduktionen kan reduktionspotentialen per vattenförekomst uppskattas enligt Ekvation 14.

Ekvation 14:

$$N_{red} = N_{bel} \cdot R \cdot A$$

Där:

N_{red} = Reduktionspotentialen för åtgärden (kg-N/år)

N_{bel} = Ytspecifik kvävebelastning från jordbruksmark (kg-N/hektar)

R =Reningsgrad för åtgärden (beroende av lerhalt, se Tabell 9)

A= Åtgärdsutrymmet för åtgärden (hektar)

Åtgärdskostnad

Åtgärden kräver investeringar i form av utrustning för att uppskatta grödans kvävebehov. Investeringen uppgår till cirka 200 000 kronor. Faktorer så som en minskad förbrukningen av mineralgödsel samt en ökad skörd innebär att investeringen kan vara lönsam. Lönsamheten påverkas i stort av arealen jordbruksmark som brukas på en enskild gård. Gårdskalkyler visar att det finns en lönsamhet för gårdar större än cirka 80 hektar. Det saknas underlag för att uppskatta gårdsstorlek per vattenförekomst vilket innebär att det inte varit möjligt att göra en specifik kostnadsuppskattning för åtgärden. I beräkningen antas dock vinsten väga upp för investeringskostnaden.

Fånggrödor och vårbearbetning

Fånggrödor är främst en åtgärd för minskat kväveläckage. Åtgärden innebär att marken hålls bevuxen av gröda som tar upp överblivet gödselkväve och mineraliserat kväve. Fånggrödan kan sås in i huvudgrödan eller sås efter skörd av huvudgrödan. Trots att det främst är en åtgärd för minskat kväveläckage så kan fånggrödor förbättra markens struktur, vilket även minskar risken för fosforförluster. Dessutom leder åtgärden till ökad kolinlagring vilket har en positiv påverkan på klimatanpassning. Effekten av fånggrödor är dock beroende av huruvida vår eller höstnedbrukning tillämpas. Vårnedbrukning (vårbearbetning) innebär att åkermarken inte plöjs eller jordbearbetas på hösten. Istället lämnas markytan orörd och bevuxen med höstgröda, fånggröda eller ogräs. Bibehållen vegetation under höst och vinter ger skydd mot erosion, minskad mineralisering av kväve under hösten och ett visst upptag av kväve och fosfor i vegetation. Att kombinera fånggrödor med vårnedbrukning ger en högre reduktion av kväve. I åtgärdsanalysen har vi därför valt att endast beakta vårnedbrukning i kombination med fånggrödor. Åtgärderna konkurrerar dessutom om samma åtgärdsutrymme vilket gör det svårt att separera dem i analysen.

Åtgärdsutrymme

Åtgärdsutrymmet för fånggrödor beror till stor del på odling, växtföljd och klimat. Tillväxtförhållandena under hösten begränsar ofta utrymmet för fånggrödor, framför allt för de grödor som sås efter skörden. Klimatförändringar och ett varmare klimat kan därför potentiellt ha ytterligare positiva effekter på användning av fånggrödor och öppna upp större åtgärdsutrymme i framtiden.

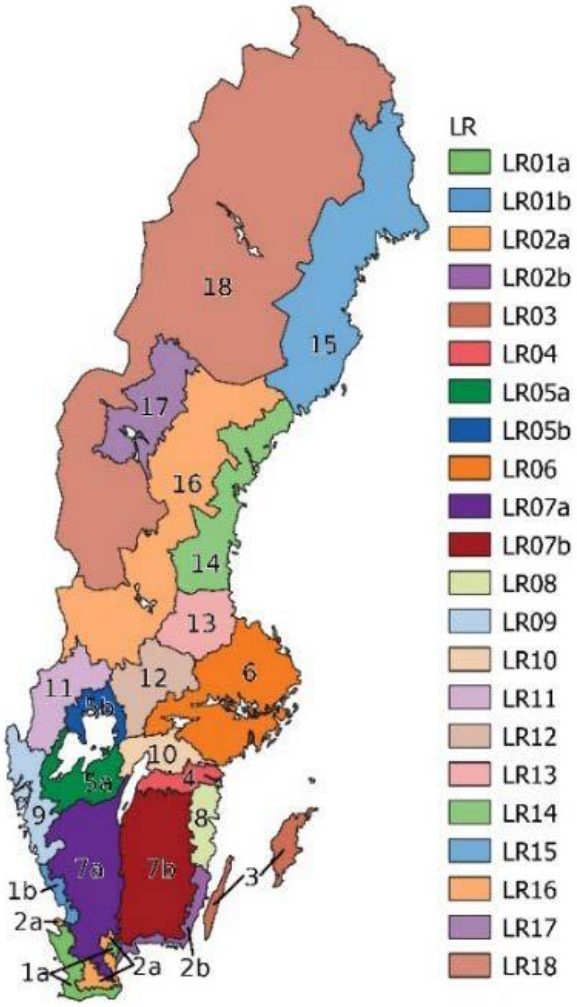
Åtgärdsutrymmet för fånggrödor, det vill säga den andel av åkermarken där åtgärden är tillämpbar har uppskattats per läckageregion av Sveriges Lantbruksuniversitet (Johnsson m.fl. 2016). Läckageregionerna illustreras i

Figur 3. I beräkningen antas andelen per läckageregion vara samma för varje VARO inom respektive läckageregion.

Effekten av fånggrödor är dock beroende av huruvida vår eller höstnedbrukning tillämpas. Vårnedbrukning ger en högre reduktion av kväve men är främst lämplig för jordar med en lägre lerhalt. (Aronsson m.fl., 2019). I beräkningen delas därför arealen fånggrödor upp i två ytterligare åtgärdstyper:

- Fånggrödor med höstnedbrukning
- Fånggrödor med vårnedbrukning

Fånggrödor med vårnedbrukning antas endast vara lämpligt för jordbruksmark där lerhalten är lägre än 25 procent.



Figur 3. Läckageregionerna (22 stycken) enligt de nationella belastningsberäkningarna för näringsförluster från Sveriges åkermarker (Johnsson m.fl., 2016).

Effekt och reduktionspotential

In-situ experiment visar att insådd fånggröda med vårnedbrukning i medeltal reducerar kväveutlakningen med 42 procent (30-60 procent), jämfört med 26 procent (20-50 procent) för höstnedbrukning (Aronsson m.fl., 2019).

Utifrån den procentuella reduktionen kan reduktionspotentialen per vattenförekomst uppskattas enligt Ekvation 15.

Ekvation 15:

$N_{red} = N_{bel} \cdot R \cdot A$

Där:

N_{red} = Reduktionspotentialen för åtgärden (kg-N/år)

N_{bel} = Ytspecifik kvävebelastning från jordbruksmark (kg-N/hektar)

R =Reningsgrad för åtgärden (vårnedbrukning = 0,42, höstnedbrukning = 0,26)

A= Åtgärdsutrymmet för åtgärden (hektar)

Åtgärdskostnad

Kostnaden för att genomföra en hektar fånggröda med höstnedbrukning, innefattar enbart en rörlig kostnad. Den rörliga kostnaden för en hektar uppskattas till cirka 1600 kronor per år. Kostnadsuppskattningen baseras på flera variabler, samtliga variabler är presenterade i Tabell 10. Kostnaden varierar inte beroende på om åtgärden genomförs i eller utanför GSS, på grund av att det inte finns en variabel som påverkar produktionsbortfall.

Tabell 10. Variabler som ingår i den rörliga kostnaden för fånggrödor och höstnedbrukning, kronor per hektar och år.

Variabler	Kronor per hektar och år	Förklaring
Arbetskostnad för sådd	350	Arbetskostnaden för sådd innefattar kostnader för såmaskin med traktor, förare och bränsle. För en hektar fånggröda uppskattas det ta cirka 30 minuter, timkostnaden uppskattas till cirka 700 kronor
Utsäde för sådd	345	Kostnaden för utsäde för sådd innefattar insådd av vallgröda, vilket anats kosta cirka 49 kronor per kilo. Det uppskattas behöva cirka 7 kilo för respektive hektar fånggröda.
Ökat behov av bekämpning av gräs och kvickrot	55	Kostnaden för preparat mot det ökade behovet av bekämpning av gräs och kvickrot uppskattas kosta cirka 412 kronor per hektar, där endast cirka 13% av hektaren fånggrödor behöver bekämpningsmedel.
Ökad kostnad för bekämpning av kvarvarande fånggröda i efterföljande gröda	230	Kostnaden innefattar kostnader för preparat, vilket uppskattas kosta cirka 230 kronor per hektar. För bekämpning av kvarvarande fånggröda i efterföljande gröda bedöms bekämpningsmedlet behövas i hela ytan
Ökat behov av ogräsbekämpning	230	Arbetskostnaden för att möta det ökade behovet av ogräsbekämpning innefattar kostnader för spruta med traktor, förare och bränsle. Kostnaden uppskattas till cirka 200 kronor per hektar. Ogräsbekämpningen utförs på den yta som presenterats i det två ovannämnda variablerna, 0,13 hektar och 1 hektar.
Skördereducering	415	Skördereducering av inlåsningsgröda uppskattas kosta cirka 8 300 kronor per hektar. För kostnaden av fånggrödor uppskattas det enbart behövas för cirka 5 procent av den totala ytan.
Summa	≈ 1 630	
Minskat kväveläckage	-40	Halva mängden av kvävet kan utnyttjas på en kortare sikt, vilket leder till en intäkt på cirka 10 kronor per kilo. För en hektar fånggrödor uppskattas kväveläckaget minska med 4 kilo.
Summa	≈ 1 590	

Kostnaden för att genomföra en hektar fånggröda med vårnedbrukning, innefattar enbart en rörlig kostnad. Den rörliga kostnaden för en hektar uppskattas till cirka 2 300 kronor per år. Kostnadsuppskattningen innefattar kostnaden för fånggrödor med höstnedbrukning som presenterats i Tabell 10 samt ytterligare kostnader som presenteras i Tabell 11. Kostnaderna som presenteras i Tabell 11 representerar den ytterligare kostnaden för vårnedbrukning. Kostnaden varierar inte beroende på om åtgärden genomförs i eller utanför GSS, på grund av att det inte finns en variabel som påverkar produktionsbortfall.

Tabell 11. Variabler som ingår i den rörliga kostnaden för fånggrödor med vårnedbrukning, kronor per hektar och år.

Variabler	Kronor per hektar och år	Förklaring
Extra bearbetning	340	Variabeln innefattar den extra bearbetning som uppkommer på grund av vårbrytning. Kostnaden för bearbetning med tallrikskultivator uppgår till cirka 338 kronor per hektar. Kostnaden innefattar även tillägg för icke-debiterbar tid.
Skördereduktion	416	Skördereducering av inlåsningsgröda uppskattas kosta cirka 8 315 kronor per hektar. För kostnaden av fånggrödor uppskattas det enbart behövas för cirka 5 procent av den totala ytan.
Summa	≈ 750	

2.6 Genomförda åtgärder

Effekten av åtgärder genomförda mellan åren 2015–2019 antas inte ha påverkat statusklassificeringen för vattenförvaltningscykel 2016–2021. För att inte överskatta åtgärdsbehov och potentialen för möjliga åtgärder behöver därför de genomförda åtgärderna tas i beaktan. Registrering av genomförda åtgärder är dock begränsad och information har endast kunnat sammanställas utifrån de åtgärder som genomförts inom landsbygdsprogrammet, SMHI:s våtmarksdatabas och till viss del via Lokala vattenvårdsprojekt (LOVA). Genomförda åtgärder som kan kopplas till vattenförekomster med åtgärdsbehov framgår av Tabell 12 och Tabell 13. För fosfor berör uppgifterna endast sjöar och vattendrag medan kväveåtgärderna endast berör kustvatten. Effekten för respektive åtgärd beräknas enligt kapitel 2.5. Underlag för vårbearbetning återfinns i Bilaga 3.

Tabell 12. Storlek och effekt för genomförda fosforåtgärder för sjöar och vattendrag.

Fosforåtgärder inland	Antal hektar	Effekt (kilo fosfor)
Anpassad skyddszon	290	3 000
Våtmark	710	11 000
Konventionell skyddszon	10 000	12 000
Strukturkalkning	26 000	7 000
Totalt fosforåtgärder inland	**37 000**	**33 000**

Tabell 13. Storlek och effekt för genomförda kväveåtgärder för kustvatten.

Rena kväveåtgärder	Antal hektar	Effekt (kilo kväve)
Fånggrödor med höstnedbrukning	47 000	140 000
Fånggrödor med vårnedbrukning	72 000	350 000
Vårbearbetning	30 000	110 000
Totalt kväveåtgärder	**149 000**	**600 000**

2.7 Tillvägagångssätt

De möjliga åtgärder som presenterats ovan prioriteras utifrån att de mest kostnadseffektiva åtgärderna ska uppfylla åtgärdsbehovet per vattenförekomst. På detta sätt fås en bild av i vilken omfattning de olika åtgärderna kommer att behövas och till vilken kostnad. Behovet av åtgärder analyseras i ett första steg för sjöar och vattendrag. I ett andra steg analyseras motsvarande behov för kustvatten, där hänsyn tas till de åtgärder som redan prioriterats för sjöar och vattendrag.

Innan åtgärderna prioriteras enligt ovan sker en bortfiltrering av möjliga åtgärder där kostnaden bedömts som orimlig utifrån en allt för låg reduktion av fosfor. För att inte överskatta den samlade effekten av åtgärderna per VARO beräknas även en så kallad marginaleffekt. Nedan följer en mer utförlig beskrivning av dessa moment.

Borttagning av icke kostnadseffektiva åtgärder

Kostnadseffektiviteten för åtgärderna varierar kraftigt mellan olika VARO. En del av åtgärderna med lägst kostnadseffektivitet bidrog i väldigt låg grad till att minska det totala fosfor och kvävebetinget. Åtgärderna bidrog dock mycket till den totala reduktionskostnaden. Det ansågs därför vara motiverat att plocka bort åtgärder med låg kostnadseffektivitet. Gränsvärden för när kostnadseffektiviteten inte kan anses vara tillräcklig togs fram baserat på uppgifter från Söderqvist och Wallström (2017) samt Ahtiainen m.fl. (2014), se Bilaga 1. Underlag för borttagning av icke kostnadseffektiva åtgärder.

Marginaleffekt

Syftet med marginaleffektsberäkningen är att för en given uppsättning åtgärder inom ett VARO uppskatta vilken effekt åtgärderna har på varandra och justera effekten av de enskilda åtgärderna så att en bättre uppskattning av den totala åtgärdseffekten i området uppnås. Potentialen för de åtgärder som ingår i analysen är beräknad separat utan hänsyn till andra åtgärder som kan komma att utföras inom ett visst VARO. Om effekten av de möjliga åtgärderna summeras rakt av överskattas den totala åtgärdseffekten. Detta på grund av att åtgärderna påverkar varandra. Om åtgärder på åkern har minskat den inkommande belastningen till våtmarker kommer våtmarkernas effekt vara mindre än utan uppströms liggande åtgärder, samma fosfor kan inte renas flera gånger. Eftersom kostnaderna för åtgärderna inte ändras av att de förekommer i kombination med varandra kommer dessutom kostnadseffektiviteten för många åtgärder att påverkas. Åtgärder långt från källan kommer som regel att få en försämrad kostnadseffektivitet efter justering av marginaleffekten.

Beräkningen av marginaleffekt utgår ifrån att åtgärderna rangordnas och grupperas utifrån fosforns och vattnets väg i landskapet, se Tabell 14. De olika beräkningsstegen redogörs för i Gyllström m.fl. (2016). Den uppdaterade analysen utgår dock endast utifrån jordbruksåtgärder samt ett uppdaterat underlag avseende belastning av fosfor från jordbruksmark (PLC6.5).

Marginaleffekten behöver även beaktas för möjliga kväveåtgärder (fånggrödor med vårnedbrukning, fånggrödor med höstnedbrukning samt precisionsgödsling). Samtliga av dessa åtgärder sker på fältet (nivå 1 enligt Tabell 14). Precisionsgödsling antas dock påverka effekten av fånggrödor med höst-alternativt vårnedbrukning. Vid beräkningen av fånggrödor användes därför en korrigerad kvävebelastning, där hänsyn tagits till eventuell effekt av precisionsgödsling. Marginaleffekten har dock inte tagits i beaktan avseende våtmarkernas kväveeffekt.

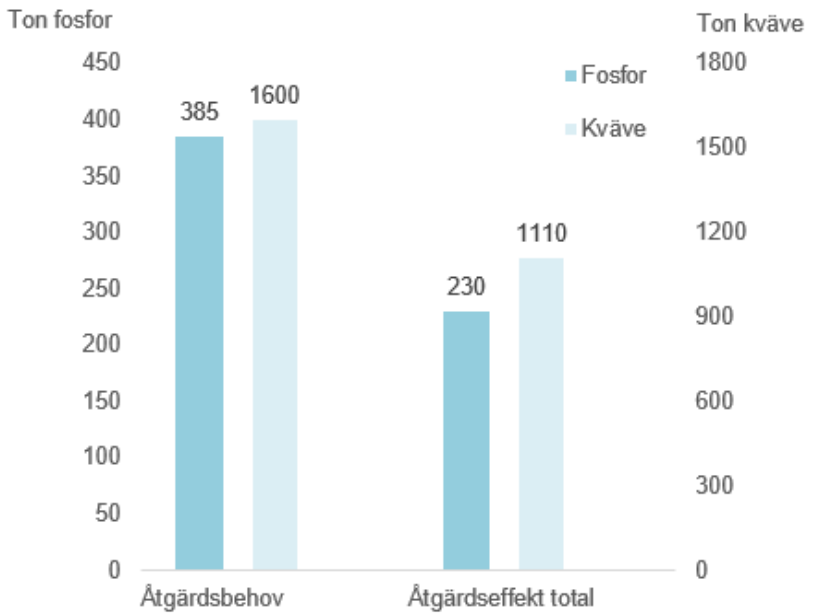
Tabell 14. Åtgärder som ingått i analysen och vilken nivå de tilldelats i beräkningen av marginaleffekt.

Nivå	Förklaring	Åtgärd
1	Åtgärder på åker	Strukturkalkning
2	Åtgärder mellan åker och dike	Anpassade skyddszoner
2	Åtgärder mellan åker och dike	Konventionella skyddszoner
4	Åtgärder i vattendrag	Våtmark

2.8 Resultat

Åtgärdsbehov och effekt av prioriterade åtgärder

Åtgärdsbehovet för jordbruk uppgår till cirka 385 ton fosfor och 1 600 ton kväve Figur 4. Hänsyn har tagits till genomförda åtgärder enligt kapitel 2.6. För fosfor omfattar behovet såväl inlandsvatten som kustvatten medan det för kväve endast omfattar kustvatten. För kväve har dock hänsyn tagits till inlandsåtgärdernas eventuella kväveeffekt. De åtgärder som prioriterats med avseende på att minska läckaget av fosfor (Tabell 15och Tabell 16) och kväve (Tabell 17) täcker cirka 60 procent respektive cirka 70 procent av åtgärdsbehovet.



Figur 4. Åtgärdsbehov och effekt av möjliga åtgärder mot övergödning inom jordbruket. Åtgärdsbehov för fosfor avser sjöar, vattendrag och kustvatten. För kväve avses endast kustvatten.

Tabell 15. Storlek och effekt för prioriterade åtgärder för att minska fosforläckage från jordbruksmark, inlandsåtgärder.

	Åtgärdsstorlek hektar	Effekt (kilo fosfor)
Anpassade skyddszoner	4 800	70 000
Konventionella skyddszoner	5 300	8 600
Strukturkalkning	92 000	39 000
Våtmark	3 800	92 000
Summa fosforåtgärder inland	**105 900**	**209 600**

Tabell 16. Storlek och effekt för prioriterade åtgärder för att minska fosforläckage från jordbruksmark, kuståtgärder.

	Åtgärdsstorlek hektar	Effekt (kilo fosfor)
Anpassade skyddszoner	980	9 300
Konventionella skyddszoner	1 100	1 000
Strukturkalkning	3 200	720
Våtmark	640	12 000
Summa fosforåtgärder kust	**5 920**	**23 020**

Tabell 17. Storlek och effekt för prioriterade åtgärder för att minska kväveläckage från jordbruksmark. Utöver de åtgärder som redovisas i tabellen tillkommer även effekten av åtgärder som prioriterats för sjöar och vattendrag (tvåstegsdiken och våtmarker). Dessa åtgärder bidrar till att belastningen av kväve och kustvatten minskar med ytterligare 287 ton. Den totala effekten uppgår därmed till cirka 1 110 ton.

Kväveåtgärder	Åtgärdsstorlek hektar	Effekt (kilo kväve)
Fånggrödor med höstnedbrukning	14 000	23 000
Fånggrödor med vårnedbrukning	25 000	130 000
Precisionsgödsling	260 000	660 000
Våtmark	59	11 000
Summa Kväveåtgärder kust	**299 059**	**824 000**

Finansiering och kostnader

Övergödningsåtgärder kopplat till jordbruk ska finansieras via befintliga stödformer (Miljö- och energidepartementet, 2016). Befintliga stödformer för åtgärdsgenomförande av fysiska åtgärder i vatten utgörs främst av den gemensamma jordbrukspolitiken (GJP) samt av lokala vattenvårdsprojekt (LOVA). Dessa stödformer begränsas inte enbart till åtgärder inom jordbruket och övergödning utan ska även finansiera andra åtgärder. Kostnad och finansiering för att täcka åtgärdsbehovet under förvaltningscykel 2021–2027 presenteras i Tabell 16.

Den totala kostnaden har beräknats till cirka 4 160 miljoner kronor vilket innefattar investeringskostnader och rörliga kostnader under sex år. Totalkostnaden inkluderar även rörliga kostnader för redan genomförda åtgärder. Kostnaden för åtgärderna fördelar sig på verksamhetsutövare och staten i form av ersättningssystemen LOVA och GJP.

Tillgänglig finansiering för vattenmiljöåtgärder inom GJP uppgår till cirka 1 470 miljoner kronor över programperioden (2014–2020), vilket motsvarar cirka 211 miljoner kronor per år. Motsvarande för LOVA var år 2020, 260[2] miljoner kronor varav 70 procent antas vara tillgängliga för fysiska åtgärder. Den totala budgeten kopplad till fysiska åtgärder i vatten uppskattas därmed till cirka 393 miljoner kronor per år. Under antagandena att den tillgängliga budgeten kvarstår på samma nivåer under hela förvaltningscykeln 2021–2027, uppskattas cirka 2 360 miljoner kronor finnas tillgängligt under förvaltningscykeln 2021–2027.

Utifrån beräkningarna uppgår det statliga åläggandet till cirka 2 900 miljoner kronor över förvaltningscykeln 2021–2027, det vill säga den del som ska finansieras via ersättningssystemen. Resterande del av kostnaden (1 200 miljoner kronor) behöver således egenfinansieras av verksamhetsutövaren. Fördelningen av kostnaden mellan statlig och egen finansiering har uppskattats utifrån de befintliga ersättningsnivåerna som finns inom GJP.

Den uppskattade kostnaden som tillfaller staten (2 900 miljoner), överstiger den uppskattade budgeten som finns tillgänglig i ersättningssystemen (2 360 miljoner kronor). Detta innebär ett underskott på cirka 540 miljoner kronor över förvaltningscykeln, vilket motsvarar ett årligt underskott på cirka 90 miljoner kronor. Observera dock att de prioriterade åtgärderna endast täcker 60 procent respektive 70 procent av åtgärdsbehovet för fosfor och kväve. Budgetunderskottet på cirka 540 miljoner kronor kan därför vara en underskattning men det finns stora osäkerheter kring omfattningen av åtgärdsbehovet och då särskilt avseende kväve.

Tabell 18. Kostnader för att genomföra samtliga åtgärder under vattenförvaltningscykeln 2021-2027.

	Vattenförvaltningscykel 2021–2027 (kronor)
Inlandsåtgärder	2 020 000 000
Genomförda åtgärder (inland)	238 000 000
Kuståtgärder	302 000 000
Genomförda åtgärder (kust)	1 600 000 000
Summa kostnader	**4 160 000 000**

Tabell 19. Fördelning av kostnader på statlig och egen finansiering, för att genomföra samtliga åtgärder under vattenförvaltningscykeln 2021-2027

	Vattenförvaltningscykel 2021–2027 (kronor)
Statlig finansiering (Möjliga)	1 560 000 000
Egen finansiering (Möjliga)	762 000 000
Statlig finansiering (Genomförda)	1 350 000 000
Egen finansiering (Genomförda)	482 000 000
Summa statlig finansiering	**2 910 000 000**
Summa egen finansiering	**1 244 000 000**

[2] https://www.esv.se/statsliggaren/regleringsbrev/?rbid=21016

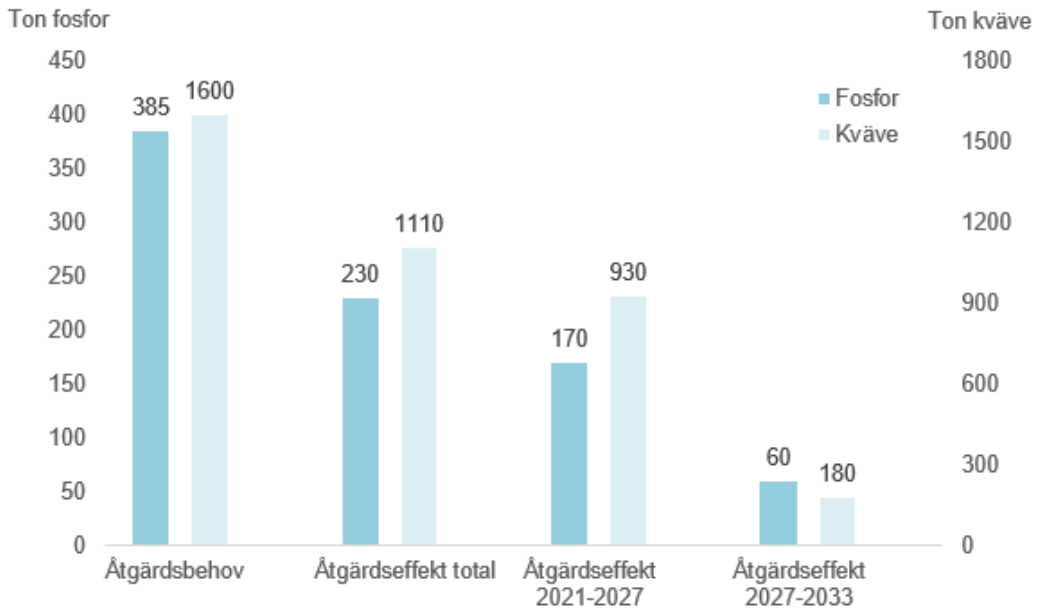
Tabell 20. Fördelning av kostnader på statlig och egen finansiering, för att genomföra samtliga åtgärder under vattenförvaltningscykeln 2021-2027.

	Vattenförvaltningscykel 2021–2027 (kronor)
Gemensamma jordbrukspolitiken	1 270 000 000
LOVA	1 090 000 000
Summa tillgänglig budget	**2 360 000 000**

Åtgärdsgenomförande över två förvaltningscykler

Utöver det budgetunderskott som identifierats kan det även uppstå fysiska begränsningar med att genomföra samtliga åtgärder fram till 2027, så som tillgång till utrustning, material och projektörer. Fördelas åtgärdsgenomförandet över två förvaltningscykler istället för en, minskar inte bara de fysiska begränsningarna utan en större budget finns att tillgå. Under antagandena att GJP och LOVA kvarstår på samma nivåer (totalt cirka 390 miljoner kronor per år) fram till 2033, finns en dubbelt så stor budget för att finansiera de fysiska åtgärderna.

Fördelas hälften av åtgärdskostnaderna till förvaltningscykeln 2027–2033 och de mest kostnadseffektiva åtgärderna prioriteras först, kommer cirka 74 respektive 85 procent av den totala åtgärdseffekten för 2021–2027 att täckas för fosfor och kväve (se Figur 5). Vilket innebär att enbart en liten del av åtgärdseffekten skjuts till förvaltningscykeln 2027–2033. Åtgärdsstorlek och åtgärdseffekt fördelat mellan perioderna 2021–2027 respektive 2027–2033 redogörs för i Bilaga 2.



Figur 5. Åtgärdsbehov och effekt av möjliga åtgärder mot övergödning inom jordbruket. Åtgärdsbehov för fosfor avser sjöar, vattendrag och kustvatten. För kväve avses endast kustvatten. Åtgärdseffekten redovisas totalt och uppdelat på två vattenförvaltningscykler (2021–2027 och 2027-2033).

Vid en fördelning av åtgärdsgenomförandet över två förvaltningscykler uppgår den totala kostnaden till cirka 3 100 miljoner kronor för perioden 2021–2027, respektive cirka 3 500 miljoner kronor för perioden 2027–2033 (Tabell 21). Fördelningen över två

vattenförvaltningscykler innebär att vi inte längre har ett budgetunderskott, den statliga budgeten täcker kostnaderna. För första perioden 2021-2027 blir det ett budgetöverskott på cirka 140 miljoner kronor (24 miljoner per år). För den andra perioden 2027-2033 uppskattas överskottet till cirka 19 miljoner kronor (3 miljoner per år).

Tabell 21. Kostnader (i kronor) för att genomföra samtliga åtgärder under två vattenförvaltningscykler 2021-2027 och 2027-2033.

	En vattenförvaltnings-cykel	Två vattenförvaltnings-cykler (2021-2027)	Två vattenförvaltnings-cykler (2021-2027)
Inlandsåtgärder	2 020 000 000	1 120 000 000	1 230 000 000
Genomförda åtgärder (inland)	238 000 000	282 000 000	282 000 000
Kuståtgärder	302 000 000	133 000 000	380 000 000
Genomförda åtgärder (kust)	1 600 000 000	1 600 000 000	1 600 000 000
Summa kostnader	4 160 000 000	3 140 000 000	3 490 000 000

Tabell 22. Fördelning av kostnader på statlig och egen finansiering, för att genomföra samtliga åtgärder under två vattenförvaltningscykler 2021-2027 och 2027-2033.

	En vattenförvaltnings-cykel	Två vattenförvaltnings-cykler (2021-2027)	Två vattenförvaltnings-cykler (2021-2027)
Statlig finansiering (Möjliga)	1 560 000 000	867 000 000	991 000 000
Egen finansiering (Möjliga)	762 000 000	393 000 000	617 000 000
Statlig finansiering (Genomförda)	1 350 000 000	1 350 000 000	1 350 000 000
Egen finansiering (Genomförda)	482 000 000	529 000 000	529 000 000
Summa statlig finansiering	2 910 000 000	2 217 000 000	2 341 000 000
Summa egen finansiering	1 244 000 000	922 000 000	1 146 000 000

Tabell 23. Tillgänglig statlig finansiering för respektive vattenförvaltningscykel.

	En vattenförvaltningscykel	Två vattenförvaltningscykler (2021-2027)	Två vattenförvaltningscykler (2021-2027)
Gemensamma jordbrukspolitiken	1 270 000 000	1 270 000 000	1 270 000 000
LOVA	1 090 000 000	1 090 000 000	1 090 000 000
Summa tillgänglig budget	**2 360 000 000**	**2 360 000 000**	**2 360 000 000**

Observera att hela åtgärdsbehovet inte nås med de åtgärder som valts ut som prioriterade åtgärder i analysen. Den åtgärdsanalys som vattenmyndigheterna har genomfört inkluderar de åtgärder vars effekter och kostnader varit möjliga att uppskatta utifrån tillgängliga data från forskning och andra undersökningar. Uppskattningsvis täcks cirka 60 procent av åtgärdsbehovet för fosfor och cirka 70 procent för kväve. För att kunna nå miljökvalitetsnormerna för vatten behövs ytterligare åtgärder genomföras och finansieras via de statliga ersättningssystemen. LOVA ska dessutom delfinansiera åtgärder inom andra sektorer än jordbruket, exempelvis åtgärder för att hantera internbelastning. Behovet av finansiering är därmed underskattat men den befintliga budgeten kan täcka stora delar av åtgärdsbehovet.

3. Miljökvalitetsnormer

3.1 Undantag med tidsfrist till 2033 på grund av naturliga förhållanden

Åtgärdsanalysen som presenteras i denna rapport visar på ett omfattande åtgärdsbehov som innebär både tekniska och ekonomiska utmaningar. Den tillgängliga budgeten för åtgärder under perioden 2021-2027 är inte tillräcklig och innebär ett underskott på cirka 550 miljoner kronor. Ett förlängt åtgärdsgenomförande över två vattenförvaltningscykler, det vill säga 2021-2033, där de mest kostnadseffektiva åtgärderna prioriteras under 2021-2027, innebär tillgång till en större budget samtidigt som mycket av den förväntade åtgärdseffekten kan uppnås till 2027. För att kunna nå miljökvalitetsnormerna för vatten inom jordbruket behövs det dock en utökad budget. Vilka åtgärder och vilken prioritet som föreslås per vattenförekomst framgår av genomförandeåret för de möjliga åtgärderna som presenteras i VISS avseende jordbruk.

Samtliga vattenförekomster med risk att inte uppnå miljökvalitetsnormerna med avseende på. övergödning på grund av. påverkan från jordbruk behöver därför en förlängd tidsfrist till 2033. På grund av juridiska begränsningar kan tidsfrister efter 2027 inte tillämpas med skälet tekniskt omöjligt. Samtliga kvalitetsfaktorer kopplade till övergödning ska därför ha undantaget "*Förlängd tidsfrist 2033 – Naturliga förhållanden*". Det ska dock framgå av motiveringstexten att åtgärder är nödvändiga för att uppnå miljökvalitetsnormen.

Förslag till motiveringstext: På grund av påverkan från jordbruk uppnås ej god status avseende näringsämnen och/eller biologiska kvalitetsfaktorer kopplat till övergödning. Trots genomförda åtgärder för att minska läckaget av näringsämnen från jordbruksmark kvarstår stora övergödningsproblem för Sveriges sjöar, vattendrag och kust.

Det är osäkert om åtgärder kommer att kunna genomföras i tillräcklig omfattning till år 2027. Vattenmyndigheterna har tagit fram ett förslag på vilka åtgärder som bör prioriteras till 2027 respektive 2033. Vilka åtgärder och vilken prioritet som föreslås framgår av de möjliga åtgärder som presenteras i VISS avseende jordbruk. För ytterligare information om prioriteringen och dess utfall se angiven referens.

Den tid som behövs för att genomföra åtgärder tillsammans med efterföljande återhämtning för ekosystemet innebär att det i många fall inte kommer att vara möjligt att uppnå god status för relevanta kvalitetsfaktorer förrän efter 2027. Vattenförekomsten har därför undantag med tidsfrist till 2033 på grund av naturliga förhållanden.

3.2 Undantag med tidsfrist till 2039 på grund av naturliga förhållanden

För kustvattenförekomster med påverkan från omgivande vatten förväntas påverkan kvarstå under lång tid, även om alla antropogena påverkanskällor skulle åtgärdas under de kommande två vattenförvaltningscyklerna. Dessa ska därför ha undantaget "*Förlängd tidsfrist 2039 – Naturliga förhållanden*" för alla kvalitetsfaktorer som kopplar till övergödning med påverkan från jordbruk.

Förslag till motiveringstext: På grund av påverkan från jordbruk uppnås ej god status avseende näringsämnen och/eller biologiska kvalitetsfaktorer kopplat till övergödning. Trots genomförda åtgärder för att minska läckaget av näringsämnen från jordbruksmark kvarstår stora övergödningsproblem för Sveriges sjöar, vattendrag och kust.

Det är osäkert om åtgärder kommer att kunna genomföras i tillräcklig omfattning till år 2027. Vattenmyndigheterna har tagit fram ett förslag på vilka åtgärder som bör prioriteras till 2027 respektive 2033. Vilka åtgärder och vilken prioritet som föreslås framgår av de möjliga åtgärder som presenteras i VISS avseende jordbruk. För ytterligare information om prioriteringen och dess utfall se angiven referens.

Den tid som behövs för att genomföra åtgärder tillsammans med efterföljande återhämtning för ekosystemet innebär att det i många fall inte kommer att vara möjligt att uppnå god status för relevanta kvalitetsfaktorer förrän efter 2027. Vattenförekomsten har därför undantag med tidsfrist till 2039 på grund av naturliga förhållanden.

3.3 Undantag med tidsfrist till 2027 på grund av naturliga förhållanden

För vattenförekomster där tillräckligt med åtgärder för att uppfylla det beräknade åtgärdsbehovet (inklusive alla uppströms belägna vattenförekomster) har genomförts under den gångna vattenförvaltningscykeln ska effekten av åtgärderna inväntas innan ytterligare åtgärder genomförs. Dessa ska därför ha undantaget ”Förlängd tidsfrist 2027 – Naturliga förhållanden” för alla kvalitetsfaktorer som kopplar till övergödning med påverkan från jordbruk.

Förslag till motiveringstext: På grund av påverkan från jordbruk uppnås ej god status avseende näringsämnen och/eller biologiska kvalitetsfaktorer kopplat till övergödning. Åtgärder har genomförts men det krävas ytterligare tid för vattenmiljön att återhämta sig och för att åtgärderna ska nå full effekt. Vattenförekomsten har därför undantag med tidsfrist till 2027 på grund av naturliga förhållanden.

3.4 Undantag med tidsfrist till 2027 – tekniskt omöjligt

Vattenförekomster med osäker risk med avseende på övergödning ska ha undantaget ”Förlängd tidsfrist 2027 – Tekniskt omöjligt” för alla kvalitetsfaktorer som kopplar till övergödning med påverkan från jordbruk, med motiveringen kunskapsbrist.

Förslag till motiveringstext: Jordbruk har identifierats som en betydande påverkanskälla för näringsämnen. Riskbedömningen är dock osäker och det krävs operativ övervakning för att verifiera statusbedömningen. Vattenförekomsten får därför undantag till 2027 på grund av kunskapsbrist.

3.5 Mindre strängt krav med skälet omöjligt

För vattenförekomster där det bedömda åtgärdsutrymmet inte räcker för att uppnå god status kan ett mindre strängt krav för påverkanstypen jordbruk övervägas. För att ett sådant undantag ska kunna tillämpas ska det enligt vattenförvaltningsförordningen 4 kap 10 § inte

går att uppnå god status ens om alla möjliga och ekonomiskt rimliga åtgärder genomförs. I beräkningen av åtgärdsbehovet beräknas även den ekologiska kvoten, och därigenom en resulterande statusklassificering om åtgärder genomförs enligt det bedömda åtgärdsbehovet. Med hänsyn till osäkerheter i såväl bedömningen av åtgärdsutrymme, effekten av åtgärder på belastningen, samt effekter av minskad belastning på vattenmiljön har dock kvalitetskravet satts på en statusklass högre än vad beräkningen har angett, för att undvika att sätta mindre strängt krav på felaktiga grunder.

- Om vattenförekomsten som högst bedömts kunna uppnå dålig status sätts ett mindre strängt krav med nivån otillfredsställande status med avseende på näringsämnen.
- Om vattenförekomsten som högst bedömts kunna uppnå otillfredsställande status sätts ett mindre strängt krav med nivån måttlig status med avseende på näringsämnen.
- Om vattenförekomsten bedömts kunna uppnå måttlig status blir ett mindre strängt krav inte aktuellt för denna förvaltningscykel.
- Biologiska kvalitetsfaktorer har bedömts kunna uppnå en förbättring med lika många statusklasser som kvalitetsfaktorn näringsämnen. Om näringsämnen exempelvis bedömts kunna förbättras från dålig till otillfredsställande status om åtgärdsbehovet uppfylls, bedöms även de biologiska kvalitetsfaktorerna kunna uppnå en förbättring med en statusklass, till exempel från otillfredsställande till måttlig status.

Förslag till motiveringstext: På grund av påverkan från jordbruk uppnås ej god status avseende näringsämnen och/eller biologiska kvalitetsfaktorer kopplat till övergödning. Trots genomförda åtgärder för att minska läckaget av näringsämnen från jordbruksmark kvarstår stora övergödningsproblem för Sveriges sjöar, vattendrag och kust.

Det har bedömts omöjligt att nå god ekologisk status i vattenförekomsten utan att skada samhällsintresset jordbruk. Jordbruket uppfyller samhällsekonomiska behov som inte kan fyllas på annat sätt som är bättre för miljön. Alla möjliga åtgärder för att minska belastningen från jordbruket behöver fortfarande genomföras då även det mindre stränga kravet innebär ett krav på viss förbättring av status för näringsämnen. Efter genomförda åtgärder behövs dessutom tid för vattenförekomstens återhämtning. Kvalitetsfaktorn för näringsämnen har fastställts till måttlig status med EK-värde 0,3. Detta värde får inte försämras ytterligare i vattenförekomsten.

Det är osäkert om åtgärder kommer att kunna genomföras i tillräcklig omfattning till år 2027. Vattenmyndigheterna har tagit fram ett förslag på vilka åtgärder som bör prioriteras till 2027 respektive 2033. Vilka åtgärder och vilken prioritet som föreslås framgår av de möjliga åtgärder som presenteras i VISS avseende jordbruk. För ytterligare information om prioriteringen och dess utfall se angiven referens. Den tid som behövs för att genomföra åtgärder tillsammans med efterföljande återhämtning för ekosystemet innebär att det i många fall inte kommer att vara möjligt att uppnå god status för relevanta kvalitetsfaktorer förrän efter 2027. Vattenförekomsten har därför undantag med tidsfrist till 2033 på grund av naturliga förhållanden.

Referenser

Aronsson H., Berglund K., Djodjic F., Etana A., Geranmayeh A., Johanson P., Johnsson H., Wesström I., 2019. Kunskapssammanställning om effekter av åtgärder och åtgärdsutrymmet, vad avser fosforförluster från jordbruksmarken.

Aronsson H, Hansen E M, Thomsen I K, Liu, J, Øgaard A F, Känkänen H, Ulén B. 2016. The ability of cover crops to reduce nitrogen and phosphorus losses from arable land in southern Scandinavia and Finland – a review. Journal of Soil and water Conservation 71 (1): 41-55.

Djodjic F., Markensten H., 2017. Beräkning av erosionsriskkartor för åkermark som underlag för utvärdering av skyddszoners placering.

Erlandsson Lampa M., Petersson J., Engene N., Metod för beräkning av åtgärdsbehovet för övergödning.

Gyllström M., Larsson M., Mentzer J., Petersson J., Cramér M., Boholm P., Witter E., 2016. Åtgärder mot övergödning för att nå god ekologisk status - underlag till vattenmyndigheternas åtgärdsprogram. Rapport 2016:19.

Johnsson H., Mårtensson, K., Lindsjö, A., Persson, K., Andrist Rangel, Y. och Blombäck, K. 2016. Läckage av näringsämnen från svensk åkermark. Beräkningar av normalläckage av kväve och fosfor för 2013. SMED rapport 189.

Jordbruksverket 2016. Statistiskt meddelande JO 41 SM 1701.

Miljö- och energidepartementet, 2016. Prövning av vattenmyndigheternas förslag till åtgärdsprogram för 2015-2021 enligt förordning (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön. Regeringsbeslut 1:9. Miljö- och energidepartementet, Stockholm.

Mårtensson K., Johnsson H., Collentine D., Kyllmar K., Persson K., Djodjic F. och Lindsjö A. 2020 Åtgärdsscenarier för minskat näringsläckage från åkermark. Beräkningar för ett urval av delavrinningsområden inom LEVA-områden.

SMED, 2018. PM metodbeskrivning av omräkning av PLC6-belastning på ny vattenförekomstindelning 2016- Version PLC6.5. (Inte publicerad).

Söderström M., Piikki K., 2016. Digitala åkermarkskartan – detaljerad kartering av textur i åkermarkens matjord. Teknisk rapport nr 37.

Söderqvist, T., Wallström, J. 2017. Bakgrund till de samhällsekonomiska schablonvärdena i miljömålsmyndigheternas gemensamma prisdatabas. Rapport 2017:8, Anthesis Enveco AB, Stockholm.

Trafikverket, 2018. Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1. Trafikverket rapport. Version 2018-04-01.

Bilaga 1. Underlag för borttagning av icke kostnadseffektiva åtgärder

Fosfor

En möjlighet att för att hitta ett gränsvärde är att använda det ekonomiska värdet för reduktion av fosfor respektive kväve som jämförelsepunkt. Ett nationellt genomsnitt av värdet för att reducera ett kilo fosfor i sjöar och vattendrag ligger i intervallet 3 100–3 600 kronor per kilo (Söderqvist och Wallström, 2017). I en ännu opublicerad underlagsrapport till HaVs kommande vägledning om orimliga kostnader föreslås en nyttokostnadskvot på 0,5 som en gräns för när en åtgärd är orimligt kostsam. Gränsen för orimliga kostnader är alltså när kostnaden är dubbelt så stor som nyttan av åtgärden. I denna beräkning är resonemang om undantag eller orimliga kostnader inte tillämpliga. Vi använder dock samma gräns för när kostnadseffektiviteten bedöms vara för låg, dvs. när kostnaden per kilo reducerat fosfor är dubbelt så stor som nyttan. För att räkna fram detta används dubbla intervallmitten för värdet av fosforreduktion från Söderqvist och Wallström (2017) dvs. ((3100 + 3600) /2) * 2 = 6700 kronor per kilo. Vi följer samma omräkningsprocedur som i ASEK 6.1 (Trafikverket 2018), dvs. att (1) justera för inflation genom att använda konsumentprisindex (KPI) och (2) justera betalningsviljeskattningar för inkomstökningar över tiden genom att använda ett index för real BNP/capita (Trafikverket 2018, sid. 7-9). Samtliga betalningsviljeskattningar är uppräknade till 2019 (se Trafikverket 2018 avsnitt 5.2.2 samt Jordbruksverket 2017 för ytterligare beskrivning och motiv till detta förfarande). De åtgärder som har en kostnad per reducerat kilo fosfor som överstiger 7172 kronor per kilo filtreras bort i åtgärdsanalysen.

Kväve

För kvävereduktion utgår vi ifrån en studie som uppskattat svenskarnas betalningsvilja för minskad övergödning i Östersjön. Söderqvist och Wallström (2017) anger att baserat på Ahtiainen m.fl. (2014) kan den totala betalningsviljan för att minska föroreningarna i Östersjön till en nivå där övergödningen minskar och Baltic Sea Action Plan (BSAP) uppfylls beräknas till 572,7 miljoner euro årligen. Detta motsvarar 6 283 miljoner kronor per år, givet en eurokurs på 10,97 (2020 års prisnivå). Betalningsviljan justeras för inflations- och inkomstökningar från år 2017 till 2020 enligt ovan och blir då 6725,3 miljoner kronor per år.

För att kunna räkna fram ett ekonomiskt värde för kvävereduktion krävs ett par antaganden och justeringar. Betalningsviljan som beräknats av Ahtiainen m.fl. (2014) gäller för att nå BSAP-betinget för hela Östersjön. I åtgärdsanalysen är det dock endast relevant att inkludera svensk belastning av kväve. Det svenska kvävebetinget var 5 545 ton per år enligt vattenmyndigheternas åtgärdsanalys för vattenförvaltningscykel 3.

Baserat på betalningsviljan som räknats fram av Ahtiainen m.fl. (2014) kan värdet för att nå det svenska kvävebetinget beräknas till (6725 279 297 / 5 545 000 000 =) 1213 kronor per reducerat kilo kväve. På samma sätt som ovan har de åtgärder som har en kostnad per reducerat kilo kväve som överstiger 2426 kronor per kilo filtreras bort i åtgärdsanalysen.

Vi antar i denna tillämpning att den svenska befolkningens betalningsvilja i undersökningen av Ahtiainen m.fl. (2014) främst gäller för att minska den marina övergödningen i svenska havsbassänger.

Bilaga 2. Storlek och effekt för prioriterade åtgärder fördelat över två cykler

I Tabell 24 - Tabell 29 beskrivs total areal och effekt för de möjliga åtgärder som prioriterats till förvaltningscykel 2021-2027 respektive 2027-2033.

Tabell 24. Storlek och effekt för fosforåtgärder 2021-2027 – inland.

2021-2027, fosfor inland	Antal hektar	Effekt (Kilo fosfor)
Anpassade skyddszoner	1 900	55 000
Konventionella skyddszoner	1 000	5 000
Strukturkalkning	46 000	22 000
Våtmark	2 300	72 000
Summa fosforåtgärder inland	**51 200**	**154 000**

Tabell 25. Storlek och effekt för fosforåtgärder 2027-2033 – inland

2027-2033, fosfor inland	Antal hektar	Effekt (Kilo fosfor)
Anpassade skyddszoner	2 900	15 000
Konventionella skyddszoner	4 200	3 500
Strukturkalkning	46 000	17 000
Våtmark	1 400	21 000
Summa fosforåtgärder inland	**54 500**	**56 500**

Tabell 26. Storlek och effekt för fosforåtgärder 2021-2027 – kust

2021-2027, fosfor kust	Antal hektar	Effekt (Kilo fosfor)
Anpassade skyddszoner	460	7 800
Konventionella skyddszoner	200	500
Strukturkalkning	1 900	470
Våtmark	360	9 000
Summa fosforåtgärder kust	**2 920**	**17 770**

Tabell 27. Storlek och effekt för fosforåtgärder 2027-2033 – kust

2027-2033, fosfor kust	Antal hektar	Effekt (Kilo fosfor)
Anpassade skyddszoner	530	1 600
Konventionella skyddszoner	890	500
Strukturkalkning	1 300	250
Våtmark	270	3 100
Summa fosforåtgärder kust	**2 990**	**5 450**

Tabell 28. Storlek och effekt för kväveåtgärder 2021-2027 – kust

2021-2027, Kväve	Antal hektar	Effekt (Kilo kväve)
Fånggrödor med höstnedbrukning	5 900	13 000
Fånggrödor med vårnedbrukning	12 000	81 000
Precisionsgödsling	260 000	660 000
Våtmark	26	7 400
Summa Kväveåtgärder	**277 926**	**761 400**

Tabell 29 Storlek och effekt för kväveåtgärder 2027-2033 – kust

2027-2033, Kväve	Antal hektar	Effekt (Kilo kväve)
Fånggrödor med höstnedbrukning	8 100	10 000
Fånggrödor med vårnedbrukning	13 000	46 000
Precisionsgödsling		
Våtmark	33	4 000
Summa Kväveåtgärder	**21 133**	**60 000**

Bilaga 3. Vårbearbetning

Vårbearbetning innebär att åkermarken inte plöjs eller jordbearbetas på hösten. Istället lämnas markytan orörd och bevuxen med höstgröda, fånggröda eller ogräs. Bibehållen vegetation under höst och vinter ger skydd mot erosion, minskad mineralisering av kväve under hösten och ett visst upptag av kväve och fosfor i vegetation. Vårbearbetning är främst en kväveåtgärd eftersom kväve hålls kvar i markprofilen i större omfattning över vintern, eller förloras genom denitrifikation (Wetterlind m.fl., 2006).

Åtgärdsutrymme

Åtgärdsutrymmet för vårbearbetning, det vill säga den andel av åkermarken där åtgärden är tillämpbar har uppskattats per läckageregion av Sveriges Lantbruksuniversitet (Johnsson m.fl. 2016). Läckageregionerna illustreras i

Figur 3. I beräkningen antas andelen per läckageregion vara samma för varje VARO inom respektive läckageregion.

Jordart har stor betydelse för förväntad effekt av vårbearbetning på både kväve- och fosforförluster. Effekten är störst på lätta jordar och lerhalter upp till 20-30% där man observerat minskad kväveutlakning vid vårplöjning eller senarelagd höstplöjning. Vårbearbetning är sällan tillämpligt på jordar med över 20-25 procent lerhalt, och för leror som ligger på höga lerhalter över cirka 30 procent. Jordbruksmark över 25 procent lerhalt subtraheras därmed från beräkningarna av åtgärdsutrymmet.

Effekt och reduktionspotential

- Studier på mojordar med utlakningsmätningar i Västergötland och Halland hade 20-40 procent minskad kväveutlakning vid vårplöjning jämfört med höstplöjning (Aronsson m.fl., 2018).
- Effektschablon: (20–40 procent kvävereduktion) = medeltal 30 procent.

Reduktionspotentialen beräknas med hjälp av:

- Åtgärdsutrymmet –beroende av grödeskombinationer och redan utförda åtgärder. Endast applicerbart på areal med <25 procent lerhalt.
- Effektschablon: 30 procent.

Exempel:

1. Arealen åkermark räknas ut genom att addera ytorna för möjliga grödor, till exempel: havre, höstraps, höstvete, majs, råg, vårkorn, vårraps, vårvete, potatis, sockerbetor, träda och vall, för respektive VARO.
2. ”Resterande möjlig areal” distribueras som procent per VARO. Möjlig areal per VARO räknas ut genom att multiplicera totala ”resterande möjlig areal” med den procentuella arealen åkermark för varje VARO dividerat med den totala åkermarken för läckageområdet.

Resterande möjlig areal x (åkermark per VARO/totala åkermark)

Antagande: resterande möjlig areal per läckageområde är jämnt fördelad över alla VARO.

1 Jordbruksarealen med lerhalt >25 procent subtraheras.

2 Antagande: arealen med lerhalt under 25 procent räknas som procent av totala jordbruksarealen.

3 Subtrahera redan åtgärdad areal.

4 *Åkermark per VARO/totala åkermark) x (stödsökt vårbearbetning + ickestödsökt vårbearbetning)*

5 Använd en effektschablon på 30 procent.

6 Räkna ut reduktionspotential per VARO genom att multiplicera yta åtgärdbart område med effekten och belastning per VARO (reduktionspotential = effekt (procent) * belastning (kilo/hektar) * åtgärdsutrymme (hektar).

Åtgärdskostnad

För att genomföra en hektar vårbearbetning har en kostnad uppskattats till cirka 796 kronor per år. Kostnadsuppskattningen baseras på en extra bearbetning, ökat behov av bekämpningsmedel, arbetskostnader för det ökade behovet, skördereducering samt tillgången på det minskade kväveläckaget. Tabell 30 nedan, presenterar kostnaderna för respektive ingångsvariabel.

Tabell 30. Variabler som ingår i den rörliga kostnaden för vårbearbetning, kronor per hektar och år

Variabler	Kronor per hektar och år	Förklaring
Extra bearbetning	338	Variabeln innefattar den extra bearbetning som uppkommer på grund av vårbrytning. Kostnaden för bearbetning med tallrikskultivator uppgår till cirka 338 kronor per hektar. Kostnaden innefattar även tillägg för icke-debiterbar tid.
Ökat behov av bekämpning	55	Kostnaden för preparat mot det ökade behovet av bekämpning av gräs och kvickrot uppskattas kosta cirka 412 kronor per hektar, där endast cirka 13% av hektaren fånggrödor behöver bekämpningsmedel.
Ökat behov av ogräsbekämpning	27	Arbetskostnaden för att möta det ökade behovet av ögräsbekämpning innefattar kostnader för spruta med traktor, förare och bränsle. Kostnaden uppskattas till 204 kronor per hektar. Ogräsbekämpningen utförs på den yta som presenterats i den ovannämnda variabeln, på cirka 0,13 hektar för respektive hektar vårbearbetning.
Skördereduktion	416	Skördereducering av inlåsningsgröda uppskattas kosta cirka 8 315 kronor per hektar. För kostnaden av fånggrödor uppskattas det enbart behövas för cirka 5 procent av den totala ytan.
Summa	≈ 836	
Minskat kväveläckage	-40	Halva mängden av kvävet kan utnyttjas på en kortare sikt, vilket leder till en intäkt på cirka 10 kronor per kilo. För en hektar fånggrödor uppskattas kväveläckaget minska med 4 kilo.
Summa	≈ 796	