

Beräkningar av åtgärdspotential och -scenarion i Himleåns avrinningsområde

*Kristina Mårtensson, Kristian Persson, Holger Johnsson,
Karin Blombäck och Anders Lindsjö*



Titel: Beräkningar av åtgårdspotential och -scenarion i Himleåns avrinningsområde

Författare: Kristina Mårtensson, Kristian Persson, Holger Johnsson, Karin Blombäck och Anders Lindsjö

Kontakt: Kristina.martensson@slu.se, 018 – 67 34 31

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2026

Omslagsbild: Foto: Kristina Mårtensson

Serietitel: Ekohydrologi

Delnummer i serien: 189

ISBN: 978-91-8124-182-2

DOI: <https://doi.org/10.54612/a.4csoesgvm7>

Elektronisk publicering: <http://pub.epsilon.slu.se>

Bibliografisk referens: Kristina Mårtensson, Kristian Persson, Holger Johnsson, Karin Blombäck och Anders Lindsjö (2026). Beräkningar av åtgårdspotential och -scenarion i Himleåns avrinningsområde. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Ekohydrologi, 189).

Innehåll

SAMMANFATTNING	4
INLEDNING	5
MATERIAL OCH METOD	6
Himleån 2019	6
Beräkningssystemet	8
Fånggrödor och vårbearbetning (N)	8
Skyddszon (N och P)	9
Strukturkalkning (P)	12
Våtmarker (N och P)	13
Förbättrat växtnäringsutnyttjande (N)	14
Grödfördelning år 2015–2023 (N och P)	15
RESULTAT	16
Kväve	16
Läckage år 2019	16
Kontrafaktiska scenarioräkningar av åtgärder och påverkan från grödfördelning	17
Fosfor	23
Läckage 2019	23
Kontrafaktiska scenarioräkningar av åtgärder och påverkan från grödfördelning	24
DISKUSSION	29
REFERENSER	33
APPENDIX	34
Himleån år 2019	34
Beräknade åtgärder och påverkan från flera års grödfördelning	36

Sammanfattning

Kväve- och fosforläckage från åkermark har beräknats för alla vattenförekomstavrinningsområden (VARO) med åkermark i Himleåns avrinningsområde, strax norr om Varberg i Hallands län. Påverkan och möjlig areell omfattning av näringsreducerande åtgärder har beräknats för vattenförekomsterna. De beräknade åtgärderna var för fosfor: skyddszon vid vattendrag, anpassad skyddszon, strukturkalkning och våtmarker. De beräknade kvävereducerande åtgärderna var: fånggröda och vårbearbetning, förbättrat växtnäringutnyttjande, skyddszon vid vattendrag, anpassad skyddszon och våtmarker.

Medelläckaget år 2019 för kväve varierade mellan 11 kg N/ha och 44 kg N/ha och för fosfor mellan 0,18 kg P/ha och 1,47 kg P/ha i VAROna i Himleåns avrinningsområde.

Åtgärderna på fältet, det vill säga för fosforberäkningen; skyddszon och strukturkalkning samt för kväveberäkningen; skyddszon, fånggröda och vårbearbetning, förbättrat växtnäringutnyttjande och vårspridning av stallgödsel, kan utföras oberoende av varandra och påverkan på läckaget kan därför adderas. Åtgärderna är beräknade för att spegla den maximalt möjliga omfattningen (möjlig areal och påverkan) av respektive åtgärd. I praktiken är det svårt eller omöjligt att implementera åtgärder i så stor omfattning men den maximala omfattningen kan ge en uppskattning av potentialen för olika åtgärder.

Nyckelord

Beräkningssystem, jordbruksmark, kväveläckage, fosforläckage, simuleringsmodell, NLeCCS, ANLeC, SOILNDB, ICECREAMDB, Himleån

Inledning

Denna studie har skett på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten. Syftet med studien har varit att beräkna potentialen för växtnäringsreducerande åtgärder i Himleåns vattenförekomstavrinningsområden (benämns fortsättningsvis VARO i denna rapport). Som bas för detta har normalläckaget av växtnäring från åkermarken 2019, som tidigare beräknats för läckageregioner i Sverige (Johnsson m.fl., 2024), utnyttjats för att beräkna medelläckaget av kväve (N) och fosfor (P) för åkermarken i varje VARO i Himleåns avrinningsområde. Påverkan och potentiellt möjlig areal av förekommande och tänkbara åtgärder har därefter beräknats för varje VARO.

De beräknade åtgärderna var:

- Fånggrödor och vårbearbetning (N),
- Skyddszon (N och P),
- Strukturkalkning (P),
- Våtmarker och dammar (N och P) och
- Förbättrat växtnäringsutnyttjande (N).

Dessutom beräknades påverkan av:

- Grödfördelning 2015–2022 (N och P).

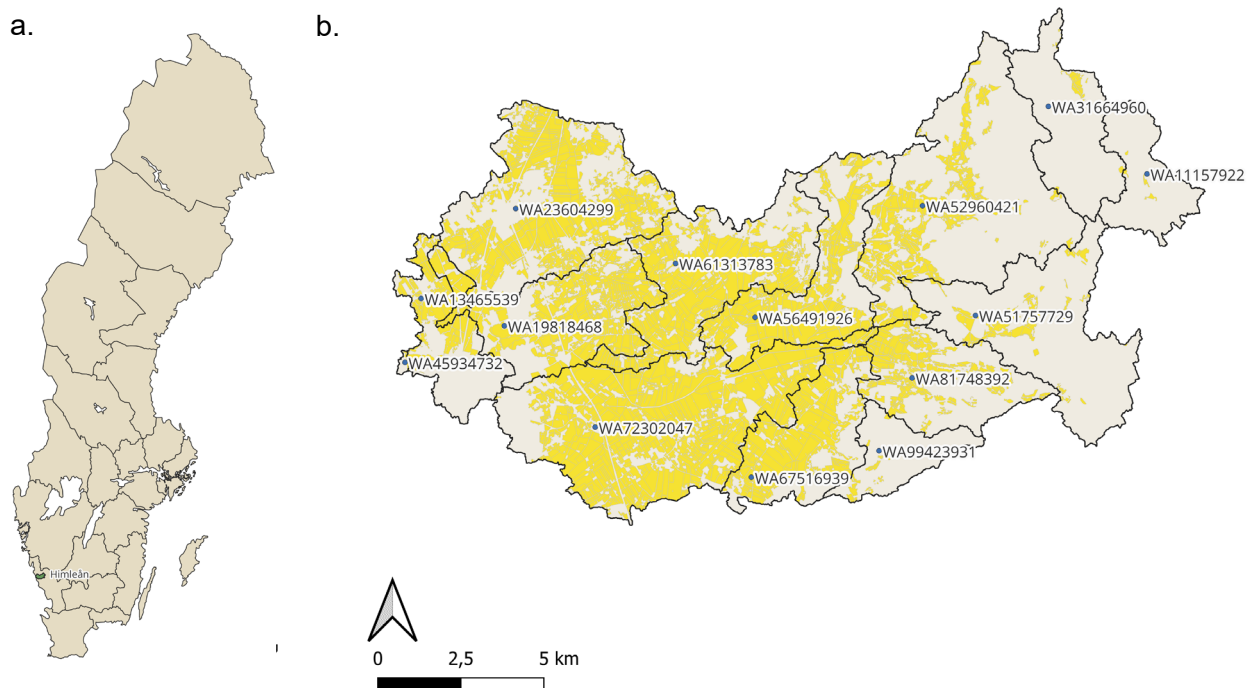
Placering av åtgärder där läckage och belastning bedöms vara lågt riskerar att bli en ineffektiv och kostsam åtgärd och därför är det viktigt att ha möjlighet att prioritera olika åtgärder. Den här beräkningen av läckage samt påverkan och möjlig areal av åtgärder möjliggör beräkning av åtgärdspotential i VARO och jämförelse mellan olika åtgärder och placeringar. Den använda metoden har tidigare använts inom ett urval av enskilda delavrinningsområden i LEVA-områdena (Mårtensson m.fl. 2020) och i en forskningsstudie (Mårtensson m.fl., 2023).

Material och Metod

Himleån 2019

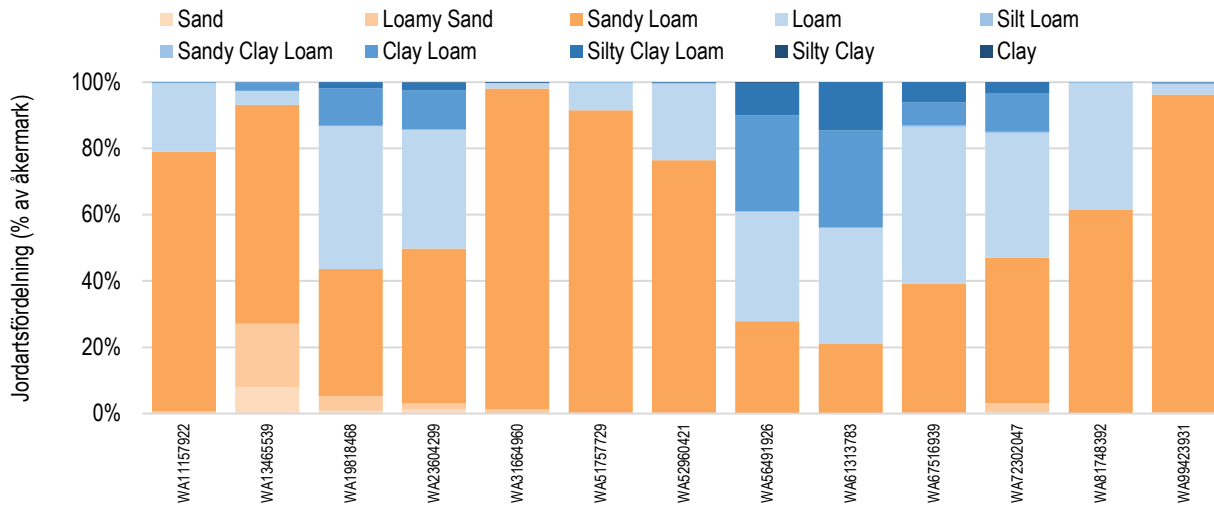
Beräkningar har gjorts för varje VARO som har åkermark i Himleåns avrinningsområde. I beräkningen av medelläckaget har grödsammansättningen för 2019 för varje VARO använts och omfattningen av fånggröda och skyddszon inkluderats så som den rapporterades per gröda och läckageregion för 2019 (Tabell 1, Johnsson m.fl., 2024). Normalläckaget beräknat för 2019 har använts som underlag för beräkningen (Johnsson m.fl. 2024). Uppgifter om åkermarksareal, avrinning, fosforklass, lutning och jordartsfördelning i Sverige sammanställdes per subid av Widén Nilsson m.fl. (manuskript) till PLC8. Även de uppgifterna avsåg år 2019. I Himleåns avrinningsområde överensstämde fördelningen mellan subidn med VAROn (Tabell 30).

I Himleåns avrinningsområde fanns 14 VARO (Figur 1b), varav ett saknade åkermark och redovisas inte. Av de övriga hade sju ca 500 ha jordbruksmark eller mer (Figur 3). I dessa dominerades odlingen av vall, höst- och vårspannmål (Figur 3). I samtliga VAROn dominerade jordarterna sandy loam och loam (FAO) (Figur 2).

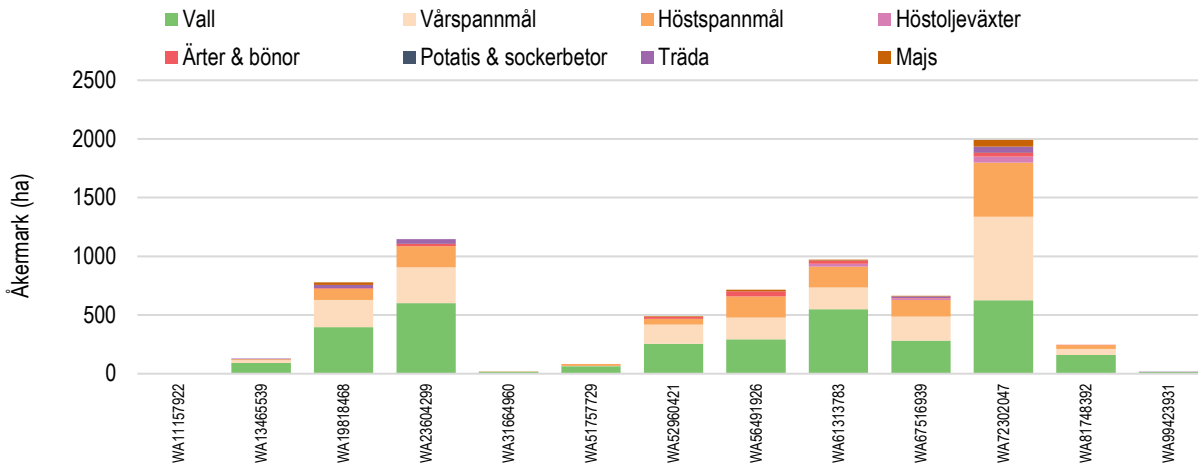


Figur 1. Län och Himleåns avrinningsområde (grönt) i Sverige (a), VAROn och jordbruksmark (gult) i Himleåns avrinningsområde 2019 (b).

Beräkningar av åtgårdspotential och -scenarion i Himleåns avrinningsområde



Figur 2. Fördelningen mellan de tio jordarterna (% av åkermarken) som använts i beräkningen för åkermark per VARO.



Figur 3. Beräknad areal åkermark (ha) och grödfördelning per VARO år 2019.

Tabell 1. Areal åkermark (ha), läckageregion, omfattning av fånggröda, vårbearbetning, skydds-zonsareal år 2019 i respektive VARO (% av åkerareal, arealsviktat medel map grödfördelning).

VARO	Areal jordbruksmark (ha)	Läckageregion (lr)	Fånggröda och vårbearbetning (%)	Skydds-zonsareal (%)
WA11157922	5	lr 7a	0	0.1
WA13465539	130	lr 1b	2	0.3
WA19818468	779	lr 1b	5	0.3
WA23604299	1147	lr 1b	4	0.3
WA31664960	18	lr 7a	0	0.1
WA51757729	82	lr 7a	0	0.1
WA52960421	488	lr 7a	7	0.1
WA56491926	716	lr 7a	9	0.1
WA61313783	972	lr 1b	5	0.3
WA67516939	664	lr 1b	6	0.3
WA72302047	1992	lr 1b	7	0.3
WA81748392	247	lr 7a	5	0.1
WA99423931	16	lr 1b	0	0.3

Beräkningssystemet

Beräkningen av läckaget och effekten av åtgärder av kväve och fosfor från åkermark i VARO har gjorts med beräkningssystemen NLeCCS (med undantag av strukturkalkning och våtmarker) och ANLeC i kombination.

NLeCCS (Nutrient Leaching Coefficient Calculation System) är ett system för att beräkna normalläckage av kväve och fosfor från åkermark. Normalläckaget redovisas i form av läckagekoefficienter (mg/l eller kg/ha) för en kombination av 22 läckageregioner, 10 jordarter, 15 grödor och för fosfor även lutning och markfosforinnehåll. För en fullständig beskrivning av NLeCCS se Johnsson m.fl., (2019). Normalläckage av kväve och fosfor för läckageregioner (lr) och år 2019 beräknat med NLeCCS-metoden version 6.0 (Johnson m.fl., 2024) har varit basen för den här beräkningen och läckagekoefficienter (inklusive effekter av åtgärder) har utgjort indata till ANLeC (se nedan). Läckagereducerande effekter av åtgärderna strukturkalkning och våtmarker har beräknats med separata beräkningsverktyg (se avsnitt för respektive åtgärd).

ANLeC (Average Nutrient Leaching Calculator) är ett system för att beräkna medelläckage av kväve och fosfor från åkermarken i geografiska områden i olika skalor. Med hjälp av systemet kan påverkan av åtgärder i odlingen på läckaget också beräknas (Mårtensson m.fl., 2020). Det görs genom att använda simulerade kväve- och fosforläckage koefficienter från NLeCCS-beräkningar kombinerat med information om gröd fördelning, jordartsfördelning, markfosforhalt, lutning och avrinning för de valda geografiska områdena, i denna tillämpning VARO, samt information om förekomst av de läckagereducerande åtgärder (exempelvis fånggröda) som ska beräknas. Fosforläckaget delas upp i partikulär och löst fosfor genom profilen och på ytan i ANLeC. I rapporten redovisas dessa sammanslagna (totalfosfor) om inget annat sägs. En sammanfattande beskrivning av ANLeC hittas i Mårtensson m.fl., (2020).

Fånggrödor och vårbearbetning (N)

NLeCCS

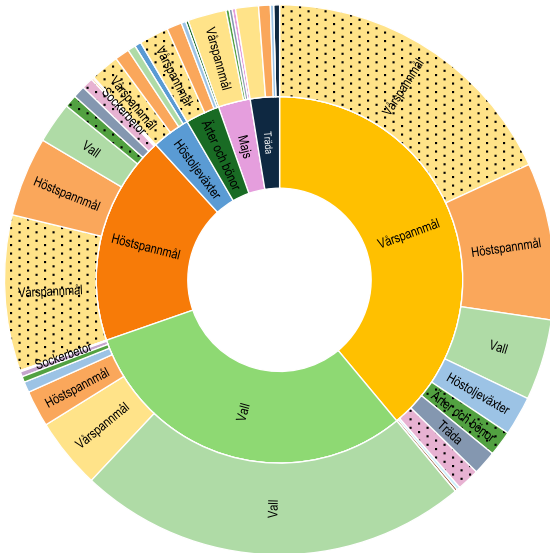
Påverkan på läckage till följd av fånggröda och vårbearbetning har beräknats enligt Johnsson m.fl. (2024). Fånggröda och vårbearbetning har beräknats i växtföljden.

ANLeC

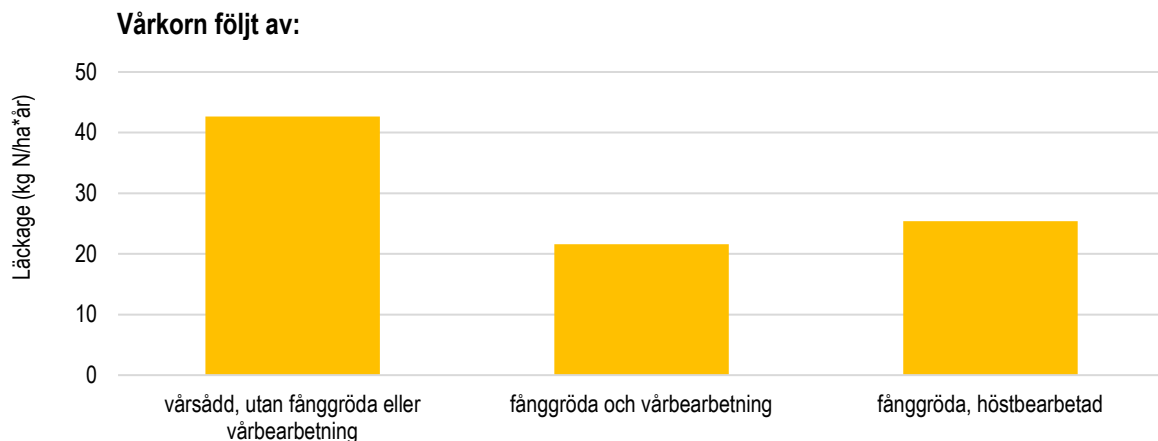
Fördelningen av tvåårskombinationer av grödor har använts för att beräkna den potentiella omfattningen av fånggrödor och vårbearbetning i varje VARO. Fånggrödor och vårbearbetning har antagits kunna förekomma efter spannmål, oljeväxter, ärter och bönor samt före vårsådd gröda. Fånggröda har inte förekommit efter potatis, sockerbetor eller majs. Fånggröda och vårbearbetning har antagits kunna förekomma på de jordar där vårbearbetning har antagits vara möjlig (<25 % ler). På övriga jordar har fånggröda som bryts på hösten antagits.

För beräkningen av 2019 har fördelningen av fånggröda och vårbearbetning antagits vara så som fördelningen var per gröda i läckageregion 1b och 7a 2019. I scenarioräkningen har det för varje VARO antagits att fånggröda och vårbearbetning har förekommit vid alla tillfällen i växtföljden per VARO där det varit möjligt. Exempel på gröd fördelning inklusive möjlig areal för fånggröda och vårbearbetning i ett VARO redovisas i Figur 4.

Exempel på koefficienter för tvåårskombinationer utan respektive med fånggröda och vårbearbetning redovisas i Figur 5. Dessa koefficienter har multiplicerats med motsvarande andelar av tvåårskombinationer av grödor för att beräkna påverkan av fånggröda och vårbearbetning.



Figur 4. Exempel på fördelning av tvåårskombinationer i ett VARO i Himleåns avrinningsområde. Den inre cirkeln representerar huvudgrödan och den yttre den efterföljande grödan. Tillfällena där det var möjligt med fånggröda och vårbearbetning är prickiga i figuren. I exemplet redovisas grödgrupper för att öka tydligheten men fördelningen och beräkningen har skett på grödnivå.

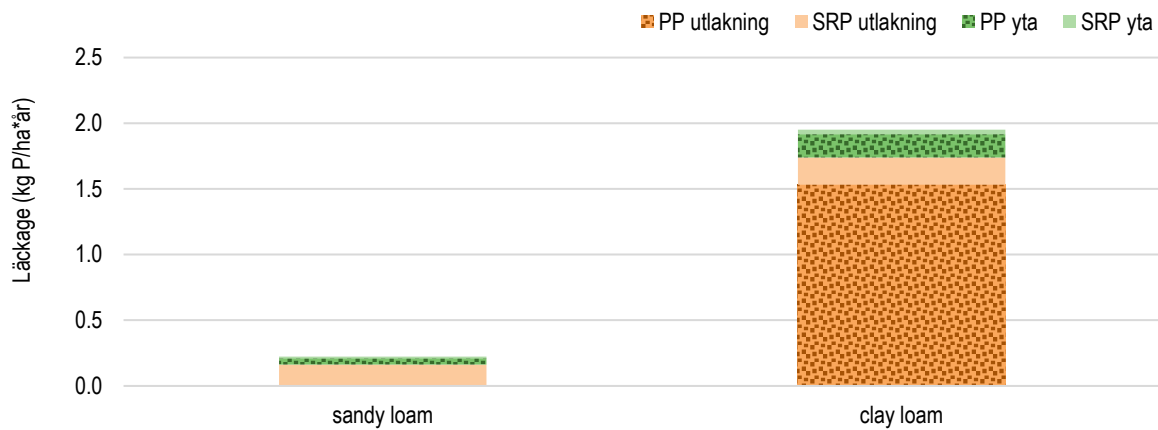


Figur 5. Läckage av kväve från vårkorn följt av: vårsådd, utan fånggröda eller vårbearbetning; fånggröda och vårbearbetning samt fånggröda, höstbearbetad för jordarten sandy loam i läckageregion Hallandsdelen av Skåne- och Hallands slättbygder (I1 b) (Johnsson m.fl., 2024)

Skyddszon (N och P)

NLeCCS

Påverkan på läckaget till följd av skyddszon vid vattendrag har beräknats enligt Johnsson m.fl. (2024). Skydds-zonen i modellen reducerar i huvudsak partikulärt fosfor som transporteras på ytan (PP yta). Mängden partikulär fosfor som transporteras på ytan (PP yta) var generellt störst på jordar med hög lerhalt (se exempel i Figur 6).

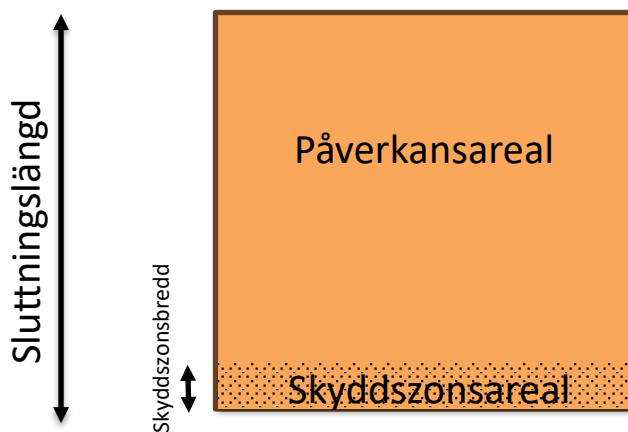


Figur 6. Läckage av fosfor uppdelat mellan läckage via ytavrinning (yta) och läckage genom marken via utlakning (SRP = löst, PP = partikulärt) (kg P/ha*år) för vårkorn i Hallandsdelen av Skåne-Hallands slättbygd (Ir 1b, Johnsson m.fl., 2024). Redovisat för medellutning och medelmarkfosforhalt för läckageregionen.

ANLeC

Åkerareal varifrån ytavrinning har ackumulerats till en anlagd skyddszon har vi kallat påverkansareal där skyddszonen är en del av åkermarksblocket med antagandet att hela blockets ytavrinning ackumuleras till skyddszonen (Johnsson m.fl., 2019; Figur 7). Den möjliga arealen för skyddszon var den möjliga påverkansarealen.

Vi har antagit att all åkermark ligger i anslutning till en ytvattenförekomst eller dike som ansluter till en ytvattenförekomst. Andelen skyddszonsareal av påverkansareal var beroende på blockens medelslutningslängd i varje subid. Blocken har antagits vara kvadratiska. Medelslutningslängden för varje subid beräknades med hjälp av blocken 2019 (Jordbruksverket) med samma antaganden som Johnsson m.fl. (2023). Den beräknade medelslutningslängden för åkermarksblock i subiden varierade från 91-172 m (Tabell 31). För att beräkna skyddszonsarealen har skyddszonsbredden dividerats med medelslutningslängden och därefter multiplicerats med påverkansarealen. Två olika bredder på skyddszonen har beräknats, 6 m och 10 m.



Figur 7. Ett blocks påverkansareal, skyddszonsareal, slutningslängd och skyddszonsbredd.

Andelen block med risk för ytavrinning i varje subid har identifierats genom att använda flödesackumulerade kartor för jordbruksmark (Djodjic och Markensten, 2018). Flödesackumuleringen visar markens sårbarhet för erosion vid ett värsta tänkbart scenario och redovisas i riskklasser för mobilisering av markpartiklarna i fält och flödes- och materialackumulering i landskapet. De flödesackumulerade värdena har delats upp i riskklasser (Tabell 3). Om någon av riskklasserna för flödesackumulerade värden (kg/ha) har förekommit på ett block har blocket antagits tillhöra den riskklassen (Tabell 2). I beräkningen av möjlig areal för skyddszoner

har riskklass 1–5 inkluderats. Klass 6 och 7 representerar låg risk för erosion (Djordjic och Markensten, 2018). Tre av VAROna hade hälften eller mer av arealen i klass 1–5 (Tabell 2). Mängden eroderat material per riskklass redovisas i Tabell 3.

Påverkan i kg per ha åtgärd har varit densamma för både skyddszon vid vattendrag och anpassad skyddszon. Däremot har den prioriterade arealen för skyddszon fördelats mellan skyddszon vid vattendrag och anpassad skyddszon genom att undersöka hur stor andel av flödeslinjerna som finns 50 m eller mindre från kanten av blocket och hur stor andel av flödeslinjerna som finns på resterade del av blocket (Figur 8). Andelen närmast kanten har antagits vara prioriterad för skyddszon vid vattendrag och den övriga för anpassad skyddszon. I Figur 9 visas exempel på hur fördelningen mellan prioriterad areal för skyddszon vid vattendrag och för anpassad skyddszon kan se ut.

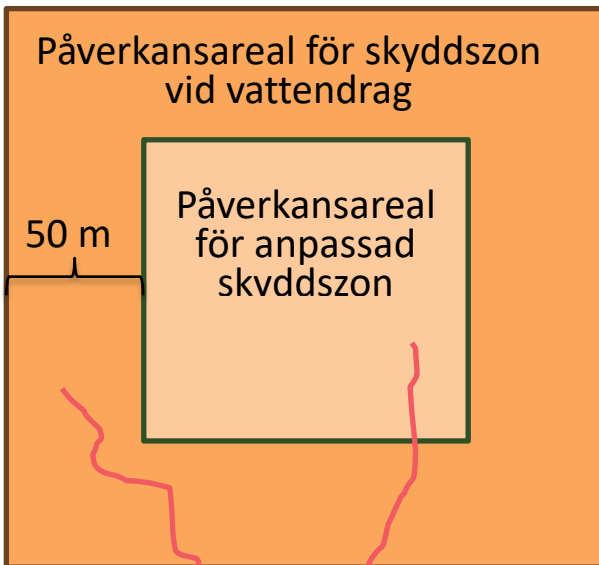
Påverkan på kväveläckaget antogs ske som en arealförändring, där skyddszon antogs ha ett kväveläckage som en extensiv vall (Johnsson m.fl., 2024). Skyddszonens arealen beräknades genom att skyddszonsbredden dividerades med subids sluttninglängd och multiplicerades därefter med påverkansarealen, det vill säga den andel av åkerarealen som antogs vara möjlig för skyddszon.

Tabell 2. Andel av skiftesarealen som påverkas av erosionslinjer (påverkansareal för skyddszon) vid klass 1 till 1–7 (% åkermark) per VARO

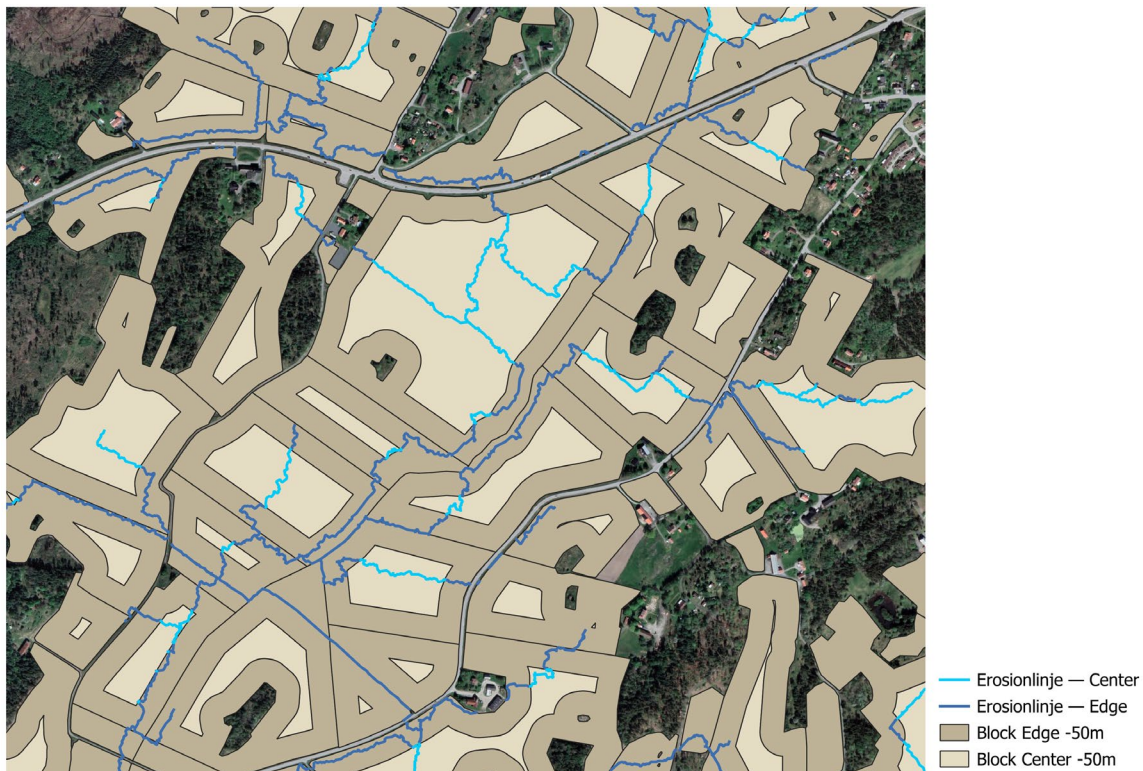
VARO	Klass 1	Klass 1–2	Klass 1–3	Klass 1–4	Klass 1–5	Klass 1–6	Klass 1–7
WA11157922	0	0	0	0	0	0	34
WA13465539	0	0	0	0	5	5	30
WA19818468	0	0	0	10	34	48	66
WA23604299	0	1	5	10	34	46	53
WA31664960	0	0	0	0	0	0	37
WA51757729	0	0	0	0	1	17	27
WA52960421	0	0	1	6	18	25	34
WA56491926	1	7	23	38	66	69	71
WA61313783	3	8	24	37	63	66	67
WA67516939	0	4	10	18	54	60	66
WA72302047	0	1	6	16	44	50	67
WA81748392	0	0	0	0	15	18	27
WA99423931	0	0	0	0	0	12	23

Tabell 3. Riskklasser för flödesackumulering i landskapet

Riskklass	Flödesackumulerade värden (kg/ha)
7	<5
6	5-10
5	10-50
4	50-100
3	100-250
2	250-500
1	>500



Figur 8. Typexempel på ett block med påverkansareal för skyddszone vid vattendrag och anpassad skyddszone med flödesackumulerade linjer (röda linjer).



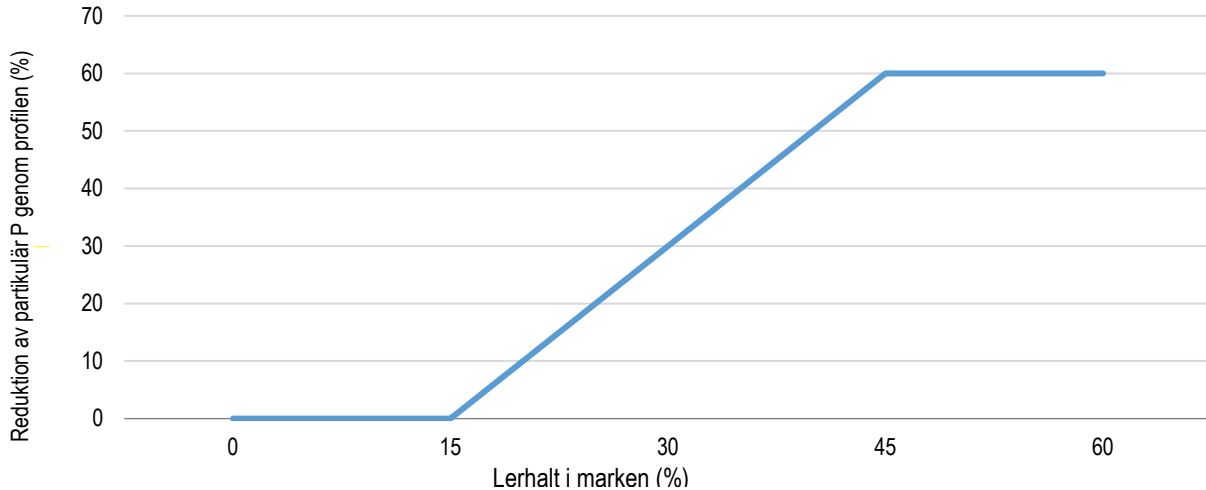
Figur 9. Erosionslinjer på skiften med areal prioriterad för skyddszone vid vattendrag (Block Edge) och för anpassad skyddszone (Block Center).

Strukturkalkning (P)

Reduktionsfunktion

Strukturkalkning antas minska läckaget av partikulär fosfor genom markprofilen (Figur 6). Andelen av läckaget av partikulär fosfor genom markprofilen jämfört med läckaget av total fosfor varierar mellan olika jordarter, med oftast störst andel i jordar med hög lerhalt.

Påverkan av strukturkalkning har beräknats genom att utnyttja en lerhaltsberoende reduktion av den partikelbundna fosfor som transporteras genom markprofilen (Mårtensson m.fl., 2020). Under 15% alternativt under 25% lerhalt så har strukturkalkning inte antagits ha någon påverkan på läckaget och vid lerhalt över 45% har strukturkalkning antagits nå maximal relativ effekt. Mellan dessa lerhalter så beräknas den relativa effekten av strukturkalkning på partikulär fosfor genom markprofilen med en linjär ekvation (Figur 10). Den maximala reduktionen antogs vara 60% av partikulär fosfortransport genom profilen.



Figur 10. Strukturkalkningens påverkan på partikulär fosfor genom profilen beroende på markens lerhalt i % (reduktionsfaktor %).

Det har identifierats ett antal faktorer som kan minska den fosforreducerande påverkan av strukturkalkning t.ex. att det måste vara tillfredställande dränering och hur bra man lyckats med inblandningen av kalken. Att strukturkalkning är lerhaltsberoende och att de påverkande faktorerna inverkar på effekten av strukturkalkning är relativt säkert (Mårtensson m.fl. 2026), däremot hur mycket och i vilken omfattning är mer osäkert och behöver utredas mer.

ANLeC

Två beräkningar med strukturkalkning har gjorts, en där strukturkalkning har antagits ske på all mark som har lerhalt >15% och en där gränsen för strukturkalkning varit lerhalt >25%. I beräkningen har bara lerhalten antagits påverka effekten. Beräkningen av effekt vid lerhalt >15% innebar att jordarterna sand, loamy sand och sandy loam inte antogs påverkas (Johnsson m.fl., 2023). Vid antagandet om effekt vid lerhalt >25% var motsvarande jordarter sand, loamy sand, sandy loam, loam och silt loam (Johnsson m.fl., 2023).

Våtmarker (N och P)

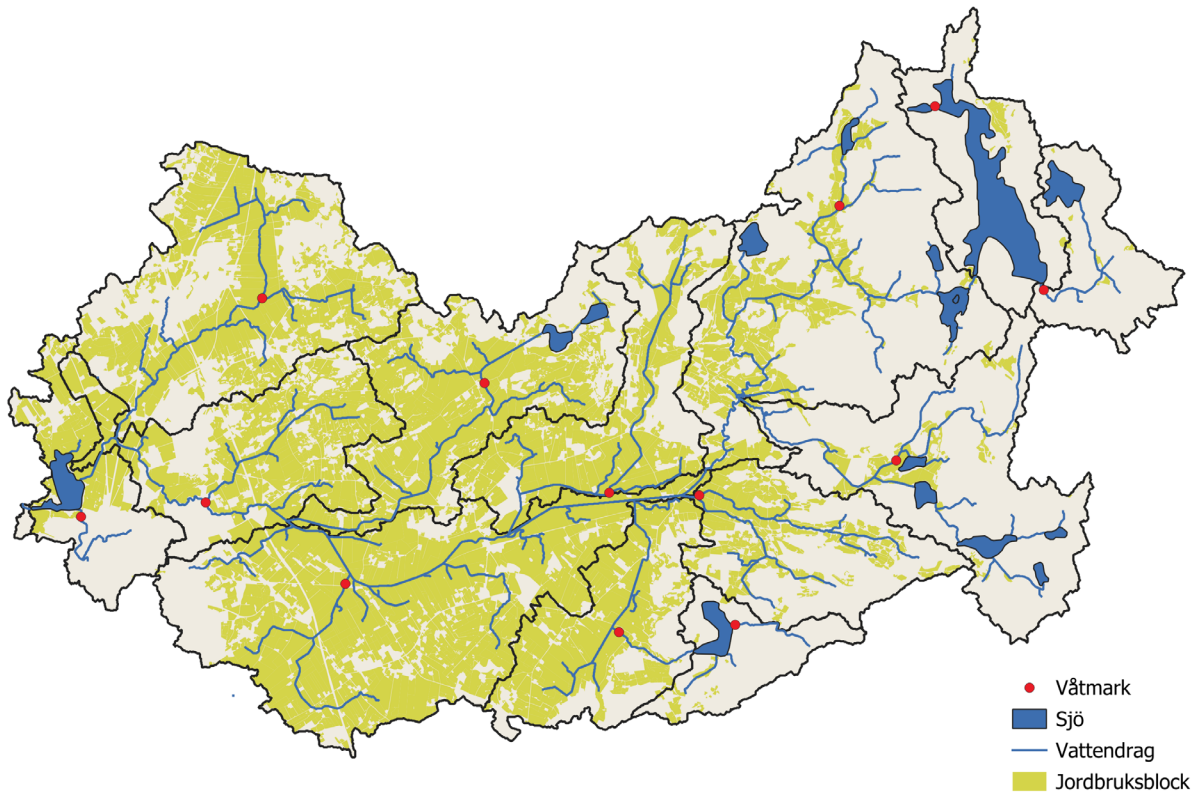
Retentionsmodell

En beräkning av anlagda våtmarkers påverkan på retention av kväve och fosfor gjordes av Geranmayeh m.fl. (2024). Metoden tillät placeringen av våtmarker på all jordbruksmark med varierande påverkan av våtmarken beroende på hydraulisk belastning och tillförsel av kväve och fosfor. Höga inkommande mängder till våtmarken resulterade i högre andel retention än om det inkommande vattnet hade relativt låg koncentration. Ju större näringsbelastning på våtmarken desto större var andelen beräknad retention.

ANLeC

Två beräkningar av våtmarkens retention per VARO har gjorts med metoden beskriven i Geranmayeh m.fl. (2024), en där våtmarkens påverkan endast påverkades av den beräknade belastningen på våtmarken och en där påverkan av våtmarken justerades efter åtgärder på fältet. I båda fallen har våtmarkens placering antagits vara där den hade största arealen jordbruksmark uppströms (Figur 11). För varje våtmark beräknades hur stor

våtmarksarealen skulle vara för att ge den beräknade påverkan. VAROn kunde ta emot näringsämnen från ovanliggande VAROn.



Figur 11. Våtmarker placerade med störst areal ovanliggande åkermark (röda prickar) per VARO i Himleåns avrinningsområde.

Förbättrat växtnäringsutnyttjande (N)

NLeCCS

Balansen mellan mängd gödsling och skörd speglar växtnäringsutnyttjandet och förändrad balans kan indikera förändrat växtnäringsutnyttjande. I beräkningen av läckaget för åren 1995–2019 gjordes en orsaksanalys av vilka orsaker som påverkade läckageförändringen mellan åren (Johnsson m.fl., 2024). Orsaksförändringen beräknades för två olika perioder, 1995 till 2005 och 2005 till 2019. Under båda perioderna har det i de flesta läckageregionerna skett en ökning av både gödslings- och skördemängd men den relativa skördeökningen har varit större. Gödslings- och skördeförändringen i kombination med läckageminskning kan tolkas som förbättrat växtnäringsutnyttjande eftersom man kan anta att grödan har tagit upp mer av det tillgängliga kvävet i marken och mindre kväve blir kvar i marken och riskerar att lakas ur marken.

Under den första beräknade perioden, år 1995–2005, beräknades läckaget minska med 1,3 kg N/ha och den andra, år 2005–2019, med 1,2 kg N/ha till följd av gödslings- och skördeförändringen som medel för Sverige (Johnsson m.fl., 2024). Minskningen beräknades till 0,7 % respektive 0,5 % per år under perioderna.

Det förbättrade växtnäringsutnyttjandet kan ha orsakats av:

- bättre anpassad gödsling efter grödans behov, både med avseende på mängd och på tidpunkt; till exempel gödselgiva som anpassats efter grödans utveckling (inklusive delad giva), årsmån, förfruktseffekt och förväntade skörd,
- bättre teknik vid spridning av gödselmedel, både mineralgödselmedel och stallgödsel, t.ex. kombi-såmaskin och släpplangspridare,
- upprättandet av växtnäringsbalanser som sätter fokus på användningen av växtnäring,
- förbättrat sortval,
- bekämpning av ogräs, svamp och insekter som annars kan försämra tillväxten av grödan samt

- rådgivning, som i sig kan påverka samtliga tidigare nämnda faktorer.

Det förbättrade växtnäringsutnyttjandet som har antagits ha skett under de två perioderna har vi antagit kunna ske även under följande år, förutsatt att faktorerna som förbättrat växtnäringsutnyttjandet gynnas. I gödslingsförändringen ingår mängden mineralgödsel och stallgödsel. Beräkningen av orsaken *Gödsling- och skördförändring* mellan 2005 och 2019 har antagits representera förändringen av växtnäringsutnyttjandet från 2005 till 2019 (Johnsson m.fl. 2024).

ANLeC

Beräkningen av förbättrat växtnäringsutnyttjande har gjorts genom att multiplicera förändringen per år för den senare perioden (0,5 %) med det antal år som åtgärden antas omfatta. Vi har antagit sex år eftersom Vattenmyndigheternas cykel var sex år. Den antagna förändringen var således 3 % ($6 \cdot 0,5\%$). Förändringen har därefter multiplicerats med medelläckaget som beräknats i ANLeC för respektive VARO.

Grödfördelning år 2015–2023 (N och P)

ANLeC

Grödfördelningen för åren 2015–2023 har använts för att göra en fördelning av tvåårskombinationer av grödor i ANLeC (Mårtensson m.fl., 2020). Koefficienter för dessa kombinationer har därefter använts tillsammans med grödfördelningen för varje år. Grödfördelningen per VARO har sammanställts med hjälp av grödinformation per skifte från Jordbruksverkets databas Årslager skiftesdata (Jordbruksverket, 2025).

Resultat

Åtgärderna på fältet, det vill säga för fosforberäkningen; skyddszon och strukturkalkning samt för kväveberäkningen; skyddszon, fånggröda och vårbearbetning, förbättrat växtnäringssutnyttjande och vårspridning av stallgödsel, kan utföras oberoende av varandra och påverkan på läckaget kan därför adderas. I de kontrafaktiska scenariorberäkningarna är åtgärderna beräknade för att spegla den maximalt möjliga omfattningen (areal och påverkan) av respektive åtgärd. I praktiken är det svårt eller omöjligt att implementera åtgärder i så stor omfattning men den maximala omfattningen kan ge en uppskattning av potentialen av olika åtgärder.

Påverkan av våtmarker var beroende av hur stor belastningen till våtmarken var och retentionen i våtmarken var lägre om det inkommande vattnet hade lägre koncentration av kväve och fosfor än om vattnet hade högre koncentration. Den maximala påverkan från våtmarker kunde därför inte adderas till åtgärderna på fältet. I beräkningen där påverkan från våtmarker var justerad för påverkan från de övriga åtgärderna kunde åtgärderna adderas.

Kväve

Läckage år 2019

Nedan redovisas medelläckage och medelbelastning av kväve från åkermark i VAROn i Himleåns avrinningsområde med 2019-års förutsättningar med avseende på grödfördelning och förekomst av fånggröda och skyddszon. Medelläckaget för år 2019 varierade mellan 11 kg N/ha och 44 kg N/ha (Tabell 4). Belastningen varierade från 70 kg N i ett VARO där det bara var 5 ha med åkermark med mestadels vallodling till 53 ton i ett annat (Tabell 4) där åkerarealen var nästan 2000 ha och odlingen dominerades av spannmålsodling (Tabell 33).

Läckageminskningen till följd av fånggröda och vårbearbetning år 2019 jämfört med om ingen fånggröda och vårbearbetning antogs förekomma beräknades vara 0–3 % i de olika VAROna (Tabell 5). Motsvarande minskningen till följd av skyddszon var 0 %.

Tabell 4. Medelläckage (kg N/ha), medelkoncentration (mg N/l) och medelbelastning (via läckage) (ton) för år 2019 inklusive påverkan av stödsökt fånggröda, vårbearbetning och skyddszon i omfattning enligt år 2019 för varje VARO

VARO	Medelläckage (kg N/ha)	Medelkoncentration (mg N/l)	Medelbelastning (ton)
WA11157922	15.3	2.2	0.07
WA13465539	15.1	4.5	2
WA19818468	18.8	5.0	15
WA23604299	19.6	4.8	22
WA31664960	19.9	3.1	0.4
WA51757729	38.7	5.8	3
WA52960421	43.5	7.1	22
WA56491926	34.8	6.8	25
WA61313783	18.6	4.0	18
WA67516939	28.4	5.7	19
WA72302047	26.4	6.5	53
WA81748392	36.6	5.9	9
WA99423931	11.4	2.2	0.2

Tabell 5. Medelläckage för år 2019 inklusive påverkan av fånggröda, vårbearbetning och skyddszon i omfattning enligt 2019 samt påverkan på medelläckaget till följd av fånggröda, vårbearbetning och skyddszon (kg N/ha, %) för varje VARO

VARO	Medelläckage för 2019 inkl. påverkan av fånggröda, vårbearbetning och skyddszon (kg N/ha)	Fånggröda och vårbearbetning (kg N/ha)	Fånggröda och vårbearbetning (%)	Skyddszon (kg N/ha)	Skyddszon (%)
WA11157922	15.3	0.0	0	0.0	0
WA13465539	15.1	-0.2	-1	0.0	0
WA19818468	18.8	-0.6	-3	0.0	0
WA23604299	19.6	-0.3	-2	0.0	0
WA31664960	19.9	0.0	0	0.0	0
WA51757729	38.7	0.0	0	-0.1	0
WA52960421	43.5	-0.6	-1	-0.1	0
WA56491926	34.8	-0.5	-1	-0.1	0
WA61313783	18.6	-0.5	-2	0.0	0
WA67516939	28.4	-0.7	-2	-0.1	0
WA72302047	26.4	-0.9	-3	-0.1	0
WA81748392	36.6	-0.4	-1	0.0	0
WA99423931	11.4	0.0	0	0.0	0

Kontrafaktiska scenarioräkningar av åtgärder och påverkan från grödfördelning

Beräkningen av medelläckaget för år 2019 utan påverkan av existerande åtgärder detta år (fånggröda, vårbearbetning och skyddszon), fortsättningsvis benämnt medelläckage utan påverkan av åtgärder, har använts för att jämföra påverkan av åtgärdsscenario och grödfördelningen. Medelläckaget utan påverkan av åtgärder redovisas i Tabell 6 och i Tabell 7-Tabell 18 redovisas skillnaden, i kg N/ha och procent, mellan aktuellt åtgärdsscenario och medelläckaget utan påverkan av åtgärder.

Tabell 6. Medelläckage för år 2019 utan påverkan av 2019-års omfattning av åtgärderna fånggrödor, vårbearbetning och skyddszon i respektive VARO

VARO	Medelläckage utan påverkan av åtgärder (kg N/ha)
WA11157922	15.3
WA13465539	15.2
WA19818468	19.4
WA23604299	19.9
WA31664960	19.9
WA51757729	38.8
WA52960421	44.1
WA56491926	35.3
WA61313783	19.0
WA67516939	29.1
WA72302047	27.3
WA81748392	37.0
WA99423931	11.4

Fånggrödor och vårbearbetning

Minskningen av medelläckaget till följd av maximal omfattning av fånggrödor och vårbearbetning med 2019-års grödfördelning varierade mellan 0 och -13 % mellan de olika VAROna (Tabell 7) jämfört med medelläckaget utan påverkan av åtgärder. I de VARO där fånggröda och vårbearbetning orsakade en stor

minskning var grödfördelningen dominerad av spannmål och i de VARO är fånggröda inte hade någon påverkan odlades i stort sett endast vall.

Tabell 7. Påverkan på medelläckaget vid maximal omfattning av fånggrödor och vårbearbetning jämfört med det beräknade medelläckaget utan påverkan av åtgärder för varje VARO (kg N/ha)

VARO	Fånggrödor och vårbearbetning (kg N/ha)	Fånggrödor och vårbearbetning (%)
WA11157922	0.0	0
WA13465539	-0.4	-2
WA19818468	-1.7	-9
WA23604299	-1.4	-7
WA31664960	0.0	0
WA51757729	0.0	0
WA52960421	-1.7	-4
WA56491926	-1.3	-4
WA61313783	-1.1	-6
WA67516939	-2.5	-9
WA72302047	-2.9	-10
WA81748392	-0.7	-2
WA99423931	0.0	0

Skyddszon

Minskningen av medelläckaget till följd av skyddszon vid 6 m skyddszon på all areal i klass 1–5 varierade från 0 till -0,5 kg N/ha jämfört med medelläckaget utan påverkan av åtgärder i de olika VAROna (Tabell 8). Det motsvarade 0 till -2% (Tabell 9). Vid en skyddszonsbredd på 10 m var läkageminskningen 0 till -0,9 kg N/ha (Tabell 10) jämfört med de beräknade medelläckaget utan påverkan av åtgärder för VAROn. Det motsvarade 0 till -3% (Tabell 11).

Tabell 8. Påverkan på medelläckaget vid 6 m skyddszon med skyddszon i klass 1–7 jämfört med det beräknade medelläckaget utan påverkan av åtgärder (kg N/ha)

VARO	Klass 1	Klass 1–2	Klass 1–3	Klass 1–4	Klass 1–5	Klass 1–6	Klass 1–7
WA11157922	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WA13465539	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WA19818468	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WA23604299	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4
WA31664960	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1
WA51757729	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.3
WA52960421	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.5	-0.7	-0.8
WA56491926	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.4	-0.5	-0.8
WA61313783	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3
WA67516939	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.4	-0.5	-0.5
WA72302047	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.3	-0.3	-0.5
WA81748392	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.3
WA99423931	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabell 9. Påverkan på medelläckaget vid 6 m skyddszon med skyddszon i klass 1–7 jämfört med det beräknade medelläckaget utan påverkan av åtgärder (%)

VARO	Klass 1	Klass 1–2	Klass 1–3	Klass 1–4	Klass 1–5	Klass 1–6	Klass 1–7
WA11157922	0	0	0	0	0	0	0
WA13465539	0	0	0	0	0	0	0
WA19818468	0	0	0	0	0	0	0
WA23604299	0	0	-1	-1	-2	-2	-2
WA31664960	0	0	0	0	0	0	0
WA51757729	0	0	0	0	0	0	-1
WA52960421	0	0	0	0	-1	-2	-2
WA56491926	0	0	0	0	-1	-2	-2
WA61313783	0	0	0	-1	-1	-1	-2
WA67516939	0	0	0	0	-1	-2	-2
WA72302047	0	0	0	0	-1	-1	-2
WA81748392	0	0	0	0	-1	-1	-1
WA99423931	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 10. Påverkan på medelläckaget vid 10 m skyddszon med skyddszon i klass 1–7 jämfört med det beräknade medelläckaget för 2019 utan påverkan av åtgärder (kg N/ha)

VARO	Klass 1	Klass 1–2	Klass 1–3	Klass 1–4	Klass 1–5	Klass 1–6	Klass 1–7
WA11157922	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WA13465539	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WA19818468	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1
WA23604299	0.0	-0.1	-0.2	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6
WA31664960	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2
WA51757729	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.5
WA52960421	0.0	0.0	-0.1	-0.3	-0.9	-1.2	-1.4
WA56491926	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.7	-0.9	-1.3
WA61313783	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5
WA67516939	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.7	-0.8	-0.8
WA72302047	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.5	-0.6	-0.8
WA81748392	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.4	-0.5
WA99423931	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabell 11. Påverkan på medelläckaget vid 10 m skyddszon med skyddszon i klass 1–7 jämfört med det beräknade medelläckaget för 2019 utan påverkan av åtgärder (%)

VARO	Klass 1	Klass 1–2	Klass 1–3	Klass 1–4	Klass 1–5	Klass 1–6	Klass 1–7
WA11157922	0	0	0	0	0	0	0
WA13465539	0	0	0	0	0	0	0
WA19818468	0	0	0	0	0	0	0
WA23604299	0	0	-1	-2	-3	-3	-3
WA31664960	0	0	0	0	0	0	-1
WA51757729	0	0	0	0	0	0	-1
WA52960421	0	0	0	-1	-2	-3	-3
WA56491926	0	0	0	-1	-2	-3	-4
WA61313783	0	0	-1	-1	-2	-2	-3
WA67516939	0	0	0	-1	-2	-3	-3
WA72302047	0	0	0	-1	-2	-2	-3
WA81748392	0	0	0	0	-1	-1	-1
WA99423931	0	0	0	0	0	0	0

Förbättrat växtnäringsutnyttjande

Läckageminskningen till följd av förbättrat växtnäringsutnyttjande varierade från -0,3 till -1,3 kg N/ha (Tabell 12) jämfört med det beräknade medelläckaget utan påverkan av åtgärder. Det motsvarade -3%.

Tabell 12. Påverkan på normalläckaget vid förändrat växtnäringsutnyttjande jämfört med det beräknade läckaget för 2019 utan åtgärder (kg N/ha, %)

VARO	Förbättrat växtnäringsutnyttjande (kg N/ha)	Förändrat växtnäringsutnyttjande (%)
WA11157922	-0.5	-3
WA13465539	-0.5	-3
WA19818468	-0.6	-3
WA23604299	-0.6	-3
WA31664960	-0.6	-3
WA51757729	-1.2	-3
WA52960421	-1.3	-3
WA56491926	-1.1	-3
WA61313783	-0.6	-3
WA67516939	-0.9	-3
WA72302047	-0.8	-3
WA81748392	-1.1	-3
WA99423931	-0.3	-3

Våtmarker

Läckageminskningen till följd av anlagda våtmarker varierade från -2,3 till 8,7 kg N/ha (Tabell 13) jämfört med det beräknade medelläckaget utan påverkan av åtgärder. Det motsvarade -12 % till -20 %. Läckageminskningen när påverkan till följd av våtmarker anpassats till åtgärder på fältet var -2,0 till 8,1 kg N/ha. Det motsvarade -9 % till -20 %. Våtmarkernas vattenyta varierade mellan 0,2 och 5 ha (Tabell 13).

Tabell 13. Påverkan på läckaget till följd av introducering av våtmarker jämfört med det beräknade läckaget för 2019 utan åtgärder för VARO

VARO	Våtmark utan påverkan av åtgärder (kg N/ha)	Våtmarker utan påverkan av åtgärder (%)	Våtmark med påverkan av åtgärder på fältet (kg N/ha)	Våtmarker med påverkan av åtgärder på fältet (%)	Våtmarksareal (ha vattenyta)
WA11157922	-2.3	-15	-2.3	-15	4.6
WA13465539	-2.3	-15	-2.0	-13	0.9
WA19818468	-2.3	-12	-2.1	-11	3.6
WA23604299	-2.5	-12	-2.3	-12	3.9
WA31664960	-4.0	-20	-4.0	-20	0.2
WA51757729	-7.8	-20	-6.3	-16	1.2
WA52960421	-8.7	-20	-8.1	-18	3.1
WA56491926	-6.5	-19	-6.0	-17	4.8
WA61313783	-2.7	-14	-2.5	-13	5.0
WA67516939	-3.3	-11	-3.0	-10	3.5
WA72302047	-2.7	-10	-2.6	-9	4.0
WA81748392	-7.5	-20	-6.5	-18	4.5
WA99423931	-2.3	-20	-2.3	-20	3.8

Grödfördelning under åren 2015–2023, inklusive fånggrödor och vårbearbetning

Medelläckaget beräknades variera mellan åren 2015–2023 till följd av olika grödfördelningar (Tabell 14, Tabell 15). Även denna beräkning jämförs med medelläckaget 2019 utan påverkan av åtgärder. Störst var variationen i ett VARO som dominerades av vallodling men där havre år 2017 förekom på ungefär hälften av arealen. I tre av VARONA var medelläckaget 2019 utan påverkan av åtgärder högst respektive lägst bland de jämförda åren (Tabell 14, Tabell 15). Påverkan av maximal andel fånggröda vid de olika grödfördelningarna redovisas i Tabell 16 och Tabell 17. Beroende på hur grödfördelningen varierade åren 2015–2023 varierade också den maximala andelen möjlig fånggröda (Tabell 18).

Tabell 14. Påverkan på medelläckaget till följd av grödfördelning 2015–2019 (utan fånggrödor eller stödsökt vårbearbetning) jämfört med det beräknade medelläckaget 2019 utan påverkan av åtgärder för VAROn (kg N/ha)

VARO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
WA11157922	0.0	0.0	35.3	0.0	-	5.4	5.0	5.0	2.7
WA13465539	3.5	0.6	3.6	0.3	-	2.1	0.8	0.1	2.5
WA19818468	1.7	2.8	1.0	-0.8	-	-0.6	-0.1	1.6	1.7
WA23604299	1.3	1.3	0.7	0.2	-	0.6	1.0	1.1	1.4
WA31664960	-0.5	-6.0	-3.6	-3.1	-	-4.7	-4.9	-4.9	-4.0
WA51757729	-8.8	-7.4	-12.4	-16.6	-	-1.0	-7.6	-15.3	-18.1
WA52960421	-10.6	-8.4	1.6	-1.8	-	-3.2	-7.6	-11.4	-3.2
WA56491926	3.8	4.2	2.0	-1.9	-	0.6	3.6	2.6	5.1
WA61313783	2.3	3.5	2.7	1.5	-	-0.1	2.6	4.4	3.3
WA67516939	1.1	2.4	0.2	3.8	-	0.4	1.8	1.1	0.4
WA72302047	-1.3	-0.3	-0.8	0.2	-	-1.8	-0.8	-1.9	-1.3
WA81748392	-1.8	-2.3	-1.3	-3.2	-	-4.6	-4.0	-3.3	-3.5
WA99423931	0.2	1.5	1.7	2.8	-	1.7	1.7	-0.3	-0.2

Tabell 15. Påverkan på medelläckaget till följd av grödfördelning 2015–2019 (utan fånggrödor eller stödsökt vårbearbetning) jämfört med det beräknade medelläckaget 2019 utan påverkan av åtgärder för VARO (%)

VARO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
WA11157922	0	0	231	0	-	35	33	33	18
WA13465539	23	4	24	2	-	14	5	1	16
WA19818468	9	14	5	-4	-	-3	-1	8	9
WA23604299	6	6	4	1	-	3	5	6	7
WA31664960	-3	-30	-18	-16	-	-24	-24	-24	-20
WA51757729	-23	-19	-32	-43	-	-3	-19	-39	-47
WA52960421	-24	-19	4	-4	-	-7	-17	-26	-7
WA56491926	11	12	6	-5	-	2	10	7	14
WA61313783	12	19	14	8	-	0	14	23	17
WA67516939	4	8	1	13	-	1	6	4	1
WA72302047	-5	-1	-3	1	-	-7	-3	-7	-5
WA81748392	-5	-6	-3	-9	-	-12	-11	-9	-9
WA99423931	2	13	15	25	-	15	15	-3	-2

Tabell 16. Påverkan på medelläckaget till följd av grödfördelning 2015–2019 med maximal omfattning av fånggröda jämfört med det beräknade medelläckaget för 2019 utan påverkan av åtgärder för VAROn (kg N/ha*år)

VARO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
WA11157922	0.0	0.0	32.6	0.0	0.0	5.3	5.0	5.0	2.7
WA13465539	2.4	0.1	2.7	-0.4	-0.4	0.4	0.0	-0.5	2.0
WA19818468	-0.3	0.4	-0.7	-3.2	-1.7	-2.2	-1.9	-0.2	-0.2
WA23604299	-0.8	-0.7	-1.0	-1.5	-1.4	-0.7	-0.6	-0.4	0.1
WA31664960	-0.5	-6.0	-3.6	-3.1	0.0	-4.7	-4.9	-4.9	-4.0
WA51757729	-8.8	-7.4	-12.4	-16.6	0.0	-1.0	-7.9	-15.3	-18.1
WA52960421	-11.0	-9.4	0.6	-3.3	-1.7	-4.6	-8.6	-12.0	-3.8
WA56491926	2.4	2.2	0.4	-3.5	-1.3	-0.9	1.7	1.5	3.4
WA61313783	0.0	1.5	0.7	-0.8	-1.1	-1.5	1.0	2.4	1.9
WA67516939	-1.6	-1.1	-2.8	-1.3	-2.5	-2.4	-1.3	-2.1	-2.4
WA72302047	-4.3	-3.5	-3.6	-3.8	-2.9	-4.5	-3.4	-4.7	-3.7
WA81748392	-2.4	-2.8	-2.2	-4.1	-0.7	-4.8	-4.4	-4.1	-3.7
WA99423931	0.2	1.5	1.7	2.8	0.0	1.7	1.7	-0.3	-0.2

Tabell 17. Påverkan på medelläckaget till följd av grödfördelning 2015–2023 med maximal omfattning av fånggröda jämfört med det beräknade medelläckaget för 2019 utan påverkan av åtgärder för VAROn (%)

VARO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
WA11157922	0	0	214	0	0	35	33	33	18
WA13465539	16	1	18	-2	-2	3	0	-3	13
WA19818468	-2	2	-4	-16	-9	-11	-10	-1	-1
WA23604299	-4	-4	-5	-7	-7	-3	-3	-2	0
WA31664960	-3	-30	-18	-16	0	-24	-24	-24	-20
WA51757729	-23	-19	-32	-43	0	-3	-20	-39	-47
WA52960421	-25	-21	1	-7	-4	-10	-19	-27	-9
WA56491926	7	6	1	-10	-4	-2	5	4	10
WA61313783	0	8	3	-4	-6	-8	5	12	10
WA67516939	-5	-4	-10	-4	-9	-8	-4	-7	-8
WA72302047	-16	-13	-13	-14	-10	-16	-12	-17	-13
WA81748392	-6	-8	-6	-11	-2	-13	-12	-11	-10
WA99423931	2	13	15	25	0	15	15	-3	-2

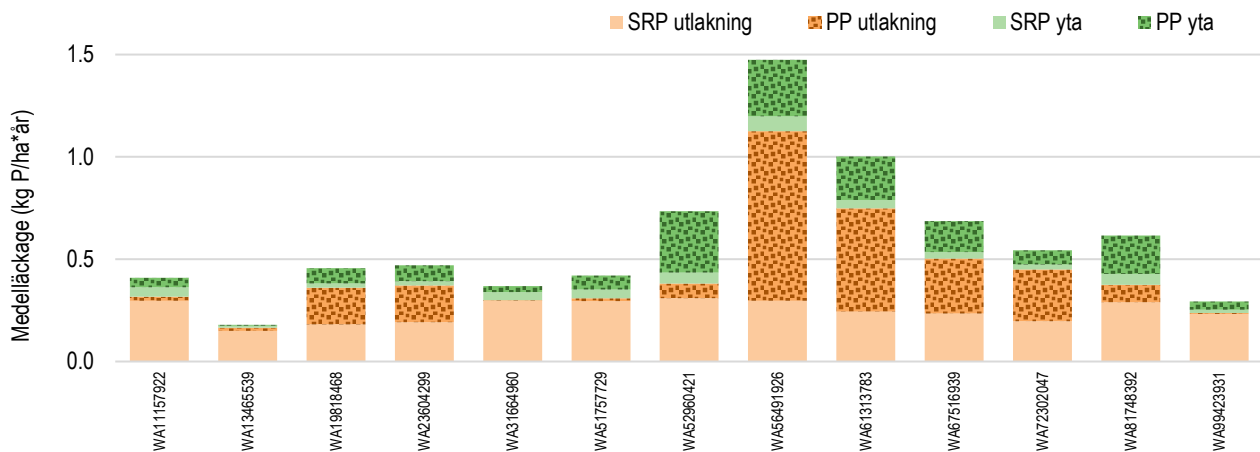
Tabell 18. Beräknad maximal omfattning av fånggröda för åren 2015–2023, (% av åkerareal)

VARO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
WA11157922	0	0	34	0	0	1	0	0	0
WA13465539	15	6	11	10	5	23	13	9	6
WA19818468	27	30	21	30	23	21	24	24	26
WA23604299	26	25	21	19	17	16	19	18	17
WA31664960	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WA51757729	0	0	0	0	0	0	4	0	0
WA52960421	7	13	18	21	25	19	15	9	10
WA56491926	32	35	31	36	25	28	31	21	28
WA61313783	27	24	23	24	14	18	20	24	18
WA67516939	27	33	31	43	25	29	31	32	27
WA72302047	36	37	35	47	35	34	33	36	31
WA81748392	9	10	15	12	10	4	8	10	3
WA99423931	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fosfor

Läckage 2019

Medelläckaget för 2019 varierade mellan 0,18 kg P/ha och 1,47 kg P/ha i VAROna i Himleåns avrinningsområde (Tabell 19). Utlakningen genom profilen var den dominerande flödesvägen (Figur 12). Medelbelastningen varierade från 2 kg P i ett VARO där det bara var 5 ha åkermark med mestadels vallodling till 1083 kg P i ett annat där åkermarken var nästan 2000 ha och odlingen dominerades av spannmålsodling (Tabell 34). Läckageminskningen till följd av skyddszon för år 2019 jämfört med om ingen skyddszon antogs förekomma var 0 till -0,01 kg P/ha (Tabell 20). Det motsvarade 0 till -1%.



Figur 12. Medelläckage av fosfor år 2019 uppdelat mellan läckage via ytavrinning (yta) och läckage genom marken via utlakning (SRP = löst, PP = partikulärt) (kg P/ha*år) (kg P) i VARO

Tabell 19. Medelläckage (kg P/ha), medelkoncentration (mg P/l) och medelbelastning (via läckage) (kg P) från VAROn beräknat för år 2019 inklusive påverkan av skyddszon i omfattning enligt 2019 (Johnsson m.fl., 2024)

VARO	Medelläckage (kg P/ha)	Medelkoncentration (mg P/l)	Medelbelastning (kg P)
WA11157922	0.41	0.06	2
WA13465539	0.18	0.05	23
WA19818468	0.45	0.12	354
WA23604299	0.47	0.11	538
WA31664960	0.37	0.05	7
WA51757729	0.42	0.06	36
WA52960421	0.73	0.11	363
WA56491926	1.47	0.28	1059
WA61313783	1.00	0.21	970
WA67516939	0.68	0.13	453
WA72302047	0.54	0.13	1081
WA81748392	0.61	0.10	154
WA99423931	0.29	0.05	5

Tabell 20. Medelläckage och minskning till följd av skyddszon 2019 från VARO (Johnsson m.fl., 2024)) (kg P/ha, %)

VARO	Medelläckage 2019 (kg P/ha)	Minskning till följd av skyddszon (kg P/ha)	Minskning till följd av skyddszon (%)
WA11157922	0.41	0.00	0
WA13465539	0.18	0.00	0
WA19818468	0.45	0.00	0
WA23604299	0.47	0.00	0
WA31664960	0.37	0.00	0
WA51757729	0.42	0.00	0
WA52960421	0.73	-0.01	-1
WA56491926	1.47	-0.01	0
WA61313783	1.00	0.00	0
WA67516939	0.68	0.00	0
WA72302047	0.54	0.00	0
WA81748392	0.61	0.00	-1
WA99423931	0.29	0.00	0

Kontrafaktiska scenarioräkningar av åtgärder och påverkan från grödfördelning

Beräkningen av medelläckaget för 2019 utan påverkan av existerande åtgärd detta år (skyddszon) fortsättningsvis benämmt medelläckage 2019 utan påverkan av åtgärder, har använts för att jämföra påverkan av åtgärdsscenario och grödfördelningen. Medelläckaget 2019 utan påverkan av åtgärder redovisas i Tabell 21 och i Tabell 22-Tabell 29 redovisas skillnaden, i kg P/ha och procent, mellan aktuellt åtgärdsscenario och medelläckaget för 2019 utan påverkan av åtgärder.

Tabell 21. Medelläckage (total P) varav förlust av partikulär fosfor via ytavrinning från VARO utan påverkan av åtgärder (kg P/ha)

VARO	Medelläckage 2019 utan påverkan av åtgärder (kg P/ha)	Varav förlust av partikulärt P via ytavrinning (kg P/ha)
WA11157922	0.41	0.05
WA13465539	0.18	0.01
WA19818468	0.46	0.08
WA23604299	0.47	0.08
WA31664960	0.37	0.03
WA51757729	0.42	0.07
WA52960421	0.73	0.27
WA56491926	1.48	0.27
WA61313783	1.00	0.21
WA67516939	0.69	0.15
WA72302047	0.54	0.07
WA81748392	0.62	0.18
WA99423931	0.29	0.04

Skyddszon

Läckageminskningen av partikulär fosfor via ytavrinning till följd av 6 m skyddszon på all areal i klass 1–5 varierade från 0 till -0,08 kg P/ha (Tabell 22). Det motsvarade 0 till -8% av medelläckaget (Tabell 23). Vid en skyddszonsbredd på 10 m var läckageminskningen 0 till -0,082 kg N/ha (Tabell 24). Det motsvarade 0 till -8% (Tabell 25).

Tabell 22. Påverkan på läckage av partikulär fosfor via ytavrinning till följd av 6 m skyddszon i klass 1–7, i respektive VARO (kg P/ha)

VARO	Klass 1	Klass 1–2	Klass 1–3	Klass 1–4	Klass 1–5	Klass 1–6	Klass 1–7
WA11157922	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WA13465539	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WA19818468	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02
WA23604299	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02
WA31664960	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WA51757729	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WA52960421	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.05
WA56491926	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03
WA61313783	0.00	-0.01	-0.03	-0.05	-0.08	-0.08	-0.08
WA67516939	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.04	-0.04	-0.04
WA72302047	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WA81748392	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02
WA99423931	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01

Tabell 23. Påverkan på läckaget av partikulär fosfor via ytavrinning till följd av 6 m skyddszon med skyddszon i klass 1–7, i varje VARO (% av totalt fosforläckage)

VARO	Klass 1	Klass 1–2	Klass 1–3	Klass 1–4	Klass 1–5	Klass 1–6	Klass 1–7
WA11157922	0	0	0	0	0	0	0
WA13465539	0	0	0	0	0	0	1
WA19818468	0	0	0	-1	-2	-3	-4
WA23604299	0	0	0	-1	-2	-3	-3
WA31664960	0	0	0	0	0	0	1
WA51757729	0	0	0	0	0	0	0
WA52960421	0	0	0	-1	-4	-5	-7
WA56491926	0	0	-1	-1	-2	-2	-2
WA61313783	0	-1	-3	-5	-8	-8	-8
WA67516939	0	0	-1	-2	-5	-6	-7
WA72302047	0	0	0	0	-1	-1	-1
WA81748392	0	0	0	0	-1	-2	-3
WA99423931	0	0	0	0	0	-1	-2

Tabell 24. Påverkan på läckaget av partikulär fosfor via ytavrinning till följd av 10 m skyddszon med skyddszon i klass 1–7, i respektive VARO (kg P/ha)

VARO	Klass 1	Klass 1–2	Klass 1–3	Klass 1–4	Klass 1–5	Klass 1–6	Klass 1–7
WA11157922	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WA13465539	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WA19818468	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02
WA23604299	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02
WA31664960	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WA51757729	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WA52960421	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.06
WA56491926	0.00	0.00	-0.02	-0.03	-0.05	-0.05	-0.05
WA61313783	0.00	-0.01	-0.03	-0.05	-0.08	-0.08	-0.09
WA67516939	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.04	-0.04	-0.05
WA72302047	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01
WA81748392	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02
WA99423931	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01

Tabell 25. Påverkan på läckaget av partikulär fosfor via ytavrinning till följd av 10 m skyddszon med skyddszon i klass 1–7, i varje VARO (% av totalt fosforläckage)

VARO	Klass 1	Klass 1–2	Klass 1–3	Klass 1–4	Klass 1–5	Klass 1–6	Klass 1–7
WA11157922	0	0	0	0	0	0	0
WA13465539	0	0	0	0	0	0	1
WA19818468	0	0	0	-1	-2	-3	-4
WA23604299	0	0	0	-1	-2	-3	-4
WA31664960	0	0	0	0	0	0	1
WA51757729	0	0	0	0	0	0	-1
WA52960421	0	0	0	-1	-4	-6	-8
WA56491926	0	0	-1	-2	-3	-3	-3
WA61313783	0	-1	-3	-5	-8	-8	-9
WA67516939	0	0	-1	-2	-6	-7	-7
WA72302047	0	0	0	0	-1	-1	-1
WA81748392	0	0	0	0	-2	-2	-3
WA99423931	0	0	0	0	0	-1	-2

Strukturkalkning

Läckageminskningen till följd av strukturkalkning på jordar med mer än 15% ler varierade från 0 till -0,26 kg P/ha i de olika VAROna (Tabell 26). Det motsvarade 0 till -17% (Tabell 26). Läckageminskningen till följd av strukturkalkning på jordar med mer än 25% ler var från 0 till -0,15 kg P/ha (Tabell 26). Det motsvarade 0 till -10 % (Tabell 26).

Tabell 26. Påverkan på läckaget av fosfor till följd av strukturkalkning på jordar med lerhalt högre än 15 % ler, på jordar med lerhalt högre än 25 % ler (kg P/ha), möjlig areal för strukturkalkning vid >15% ler och >25% ler samt redovisning av VARO där vallodling antogs uppfylla behovet av förbättrad markstruktur

VARO	Strukturkalkning >15% (kg P/ha)	Strukturkalkning >15 % ler (%)	Strukturkalkning >25% ler (kg P/ha)	Strukturkalkning >25 % ler (%)
WA11157922	0.00	0	0.00	0
WA13465539	-0.01	-3	0.00	-2
WA19818468	-0.05	-10	-0.02	-5
WA23604299	-0.05	-10	-0.03	-6
WA31664960	0.00	0	0.00	0
WA51757729	0.00	0	0.00	0
WA52960421	-0.01	-1	0.00	0
WA56491926	-0.26	-17	-0.15	-10
WA61313783	-0.17	-17	-0.10	-10
WA67516939	-0.07	-10	-0.04	-6
WA72302047	-0.07	-12	-0.04	-7
WA81748392	-0.01	-1	0.00	0
WA99423931	0.00	0	0.00	0

Våtmarker

Läckageminskningen till följd av anlagda våtmarker varierade från 0 till -0,38 kg P/ha (Tabell 27) i de olika VAROna. Det motsvarade en förändring på -2 % till -35 % av medelläckaget. Läckageminskningen när påverkan till följd av våtmarker anpassats till åtgärder på fältet var 0 till -0,33 kg N/ha. Det motsvarade -2 % till -32 %. Våtmarkernas vattenyta varierade mellan 0,2 och 5 ha (Tabell 27).

Tabell 27. Påverkan på läckage till följd av våtmarker (kg P/ha, %) samt våtmarksareal (ha vattenyta)

VARO	Våtmark utan påverkan av åtgärder (kg P/ha)	Våtmarker utan påverkan av åtgärder (%)	Våtmark med påverkan av åtgärder på fältet (kg P/ha)	Våtmarker med påverkan av åtgärder på fältet (%)	Våtmarksareal (ha vattenyta)
WA11157922	-0.01	-4	-0.01	-4	4.6
WA13465539	0.00	-2	0.00	-2	0.9
WA19818468	-0.16	-35	-0.14	-31	3.6
WA23604299	-0.15	-33	-0.14	-30	3.9
WA31664960	-0.01	-2	-0.01	-2	0.2
WA51757729	-0.01	-2	-0.01	-2	1.2
WA52960421	-0.02	-2	-0.02	-2	3.1
WA56491926	-0.38	-26	-0.33	-22	4.8
WA61313783	-0.34	-34	-0.30	-30	5.0
WA67516939	-0.24	-35	-0.21	-30	3.5
WA72302047	-0.19	-35	-0.18	-32	4.0
WA81748392	-0.01	-2	-0.01	-2	4.5
WA99423931	-0.01	-2	-0.01	-2	3.8

Grödfördelning under åren 2015–2023

Läckaget varierade från -0,11 till 0,17 kg P/ha jämfört med medelläckaget 2019 utan åtgärder mellan åren 2015–2023 till följd av olika grödfördelning (Tabell 28). Det motsvarade -15 till 42 % (Tabell 29).

Tabell 28. Påverkan på läckage till följd av grödfördelning år 2015–2023 jämfört med medelläckaget för år 2019, i VARO (kg P/ha)

VARO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
WA11157922	0.00	0.00	0.17	0.00	0	0.04	0.04	0.04	0.02
WA13465539	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.01	0.00	0.00	0.00
WA19818468	0.01	0.02	0.00	0.00	0	-0.01	0.00	0.02	0.02
WA23604299	0.03	0.02	0.01	0.01	0	0.00	0.01	0.01	0.01
WA31664960	0.01	0.00	0.00	0.01	0	0.00	0.00	0.00	0.00
WA51757729	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	0	-0.01	0.03	-0.03	-0.01
WA52960421	-0.11	-0.07	-0.03	-0.02	0	-0.04	-0.06	-0.09	-0.08
WA56491926	0.12	0.11	0.07	0.05	0	0.01	0.03	0.00	0.07
WA61313783	0.12	0.15	0.11	0.08	0	0.04	0.11	0.17	0.15
WA67516939	0.03	0.05	0.03	0.07	0	0.01	0.03	0.03	0.02
WA72302047	-0.01	0.00	0.00	0.02	0	-0.02	-0.01	-0.01	0.00
WA81748392	0.00	0.01	0.02	0.00	0	-0.02	0.01	-0.01	-0.03
WA99423931	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabell 29. Påverkan på läckage till följd av grödfördelning år 2015–2023 jämfört med medelläcket för år 2019, i VARO (%)

VARO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
WA11157922	0	0	42	0	0	9	9	9	5
WA13465539	3	1	2	2	0	4	2	2	2
WA19818468	2	5	1	0	0	-3	-1	3	5
WA23604299	6	5	3	2	0	1	2	1	3
WA31664960	4	-1	1	1	0	-1	-1	-1	-1
WA51757729	-1	-3	-4	-4	0	-1	8	-6	-2
WA52960421	-15	-10	-4	-3	0	-5	-9	-13	-10
WA56491926	8	7	5	4	0	1	2	0	5
WA61313783	12	15	11	8	0	4	11	17	15
WA67516939	5	7	4	10	0	1	4	5	3
WA72302047	-1	0	0	3	0	-3	-1	-2	-1
WA81748392	1	1	4	0	0	-3	1	-2	-5
WA99423931	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Diskussion

Nedan redovisas medelläcket, medelbelastningen (Figur 13) och den samlade påverkan från de beräknade åtgärderna (Figur 14). Påverkan av åtgärderna på fältet, det vill säga skyddszon, fånggröda och vårbearbetning, strukturkalkning samt förbättrat växtnäringssutnyttjande, kan utföras oberoende av varandra och påverkan på läcket kan adderas. Effekten från våtmarker och dammar påverkas av hur stor belastningen tills våtmarken är och retentionen i våtmarken är lägre om det inkommande vattnet har lägre koncentration av kväve och fosfor än om vattnet har högre koncentration. Maxpåverkan från våtmarker kunde därför inte adderas till åtgärderna på fältet. Vid en beräkning av påverkan från våtmarker justerad för påverkan från de övriga åtgärderna kan åtgärderna adderas (Figur 14)

Flertalet av de VARO som hade stor belastning av kväve hade även stor belastning av fosfor (Figur 13). Det betyder att man genom att vidta åtgärder i de VAROna kan minska både kväve- och fosforbelastningen. Det orsakades av stor areal av jordbruksmark och högt läckage (Figur 13).

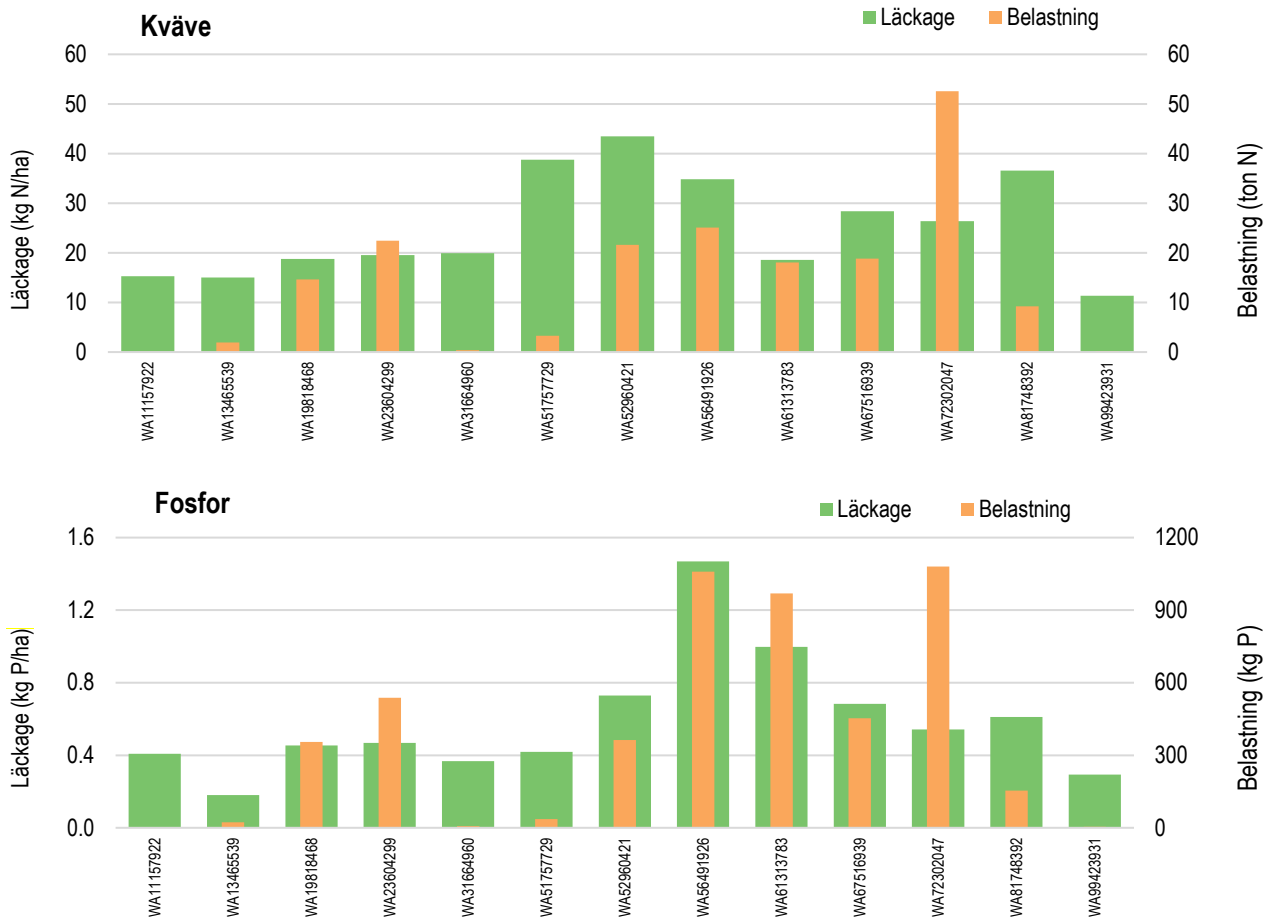
Grödfördelningen för 2019 användes för beräkning av påverkan av åtgärder. Att använda grödfördelningen för ett (1) år för jämförelse av åtgärder kan ge över- eller underskattning av läcket eftersom grödfördelningen varierar mellan åren. Grödvaryationen mellan år gav större påverkan på kväveläcket än på fosforläcket (Figur 15) och i de VAROn som dominerades av vall var variationen mellan år mindre än för de VAROn som dominerades av spannmål och annan öppen odling. Jämförelsen av läcket mellan år tar inte hänsyn till väderskillnader mellan åren utan var enbart beroende på grödfördelningskillnader. Om syftet är att jämföra påverkan av åtgärder under en period på flera år rekommenderar vi att använda ett femårigt medel av grödfördelningen för att undvika för stor inverkan av årsvisa variationer av grödfördelningen.

Grödfördelningen mellan 2015–2023 resulterade i stor variation av areal möjlig att ha fånggröda på (Figur 15). I vissa VAROn var möjlig areal drygt 30 % och enstaka år över 40 %. I jämförelse med Sverige i stort, så var motsvarande areal med fånggröda år 2019 16 % i läckageregion 1b och 4% i läckageregion 7a (Johnsson et al., 2024). Det visar att det finns potential för ytterligare mer odling av fånggrödor. För att odla fånggröda krävs öppen odling och i synnerhet vårspannmål är lämpligt för fånggröda. Vid vallodling finns det inte någon möjlighet att odla fånggröda eftersom platsen i växtföljden redan är upptagen av vall.

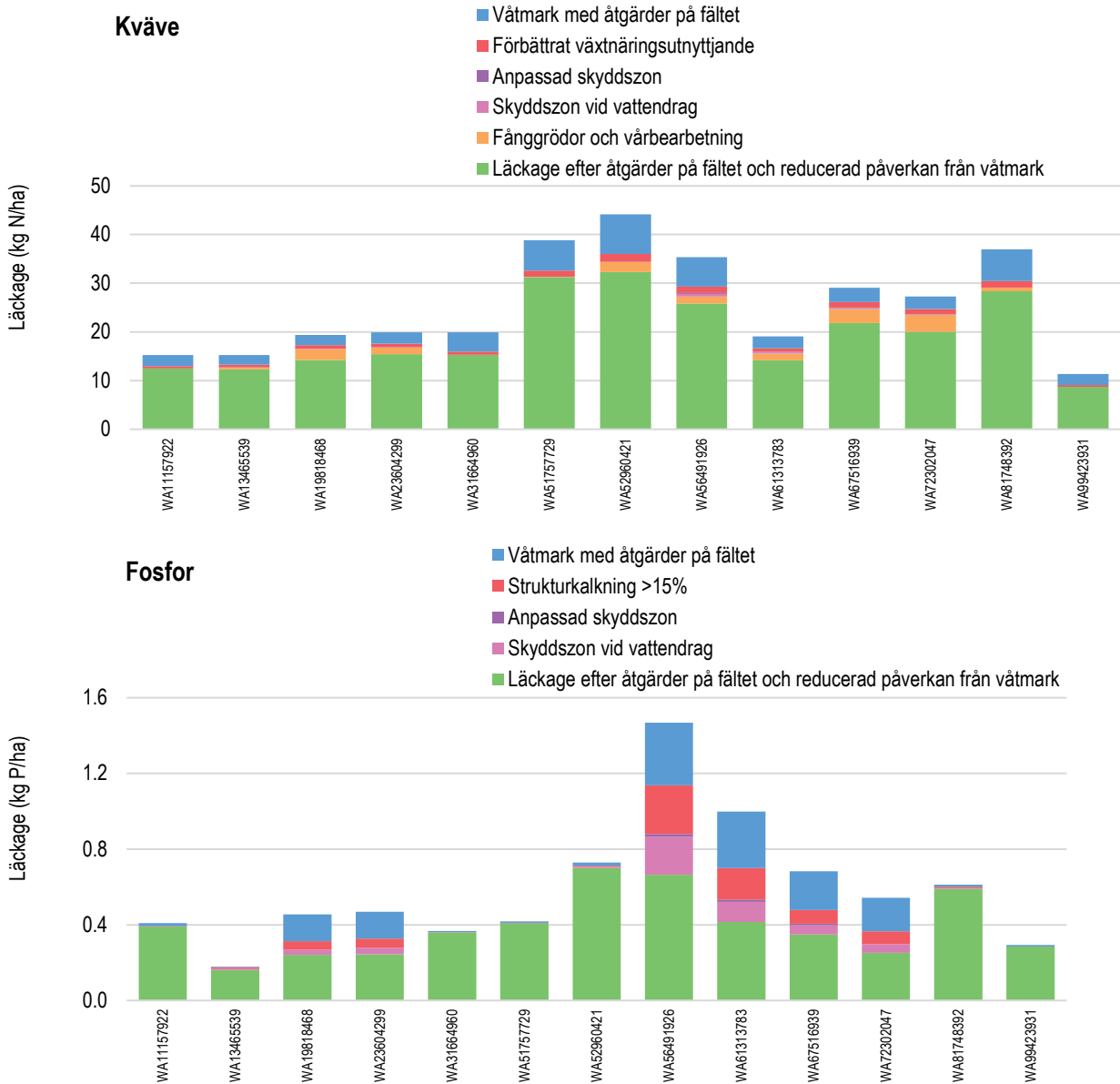
Beräkningarna av åtgärder är gjorda för att spegla den maximala omfattningen av respektive åtgärd. I praktiken är det svårt att implementera åtgärder i så stor omfattning men den maximala påverkan kan ge en uppskattning av potentialen av olika åtgärder.

Utöver de beräknade åtgärderna redovisade i rapporten skulle förändring av spridningstidpunkten från höst till vår av stallgödsel kunna vara en möjlig åtgärd. Lokal fördelning av djur och stallgödsel och dess förmåda samvariering med grödfördelning är ytterligare en faktor som kan undersökas.

Beräkningar av åtgärdspotential och -scenarion i Himleåns avrinningsområde



Figur 13. Medelläckage (kg N/ha, kg P/ha) och medelbelastning (ton N, kg P) i VAROn i Himleåns avrinningsområde



Figur 14. Läckage efter åtgärder på fältet och påverkan av åtgärder på fältet och våtmark. Läckageminskningen till följd av våtmarker var anpassad efter åtgärder på fältet (kg N/ha, kg P/ha).



Figur 15. Medelläckage (kg N/ha, kg P/ha) vid grödfördelning år 2015 - 2023 utan åtgärder

Referenser

- Djodjic, F. och Markensten, H. 2018. From single fields to river basins: Identification of critical source areas for erosion and phosphorus losses at high resolution. *Ambio* 2019, 48:1129–1142. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1134-8>
- Geranmayeh, P., Markensten, H. och Djodjic, F. 2024. Rådgivningsverktyg våtmarker – Optimerad placering och storlek för fosforretention. Institutionen för vatten och miljö Rapport 2024:7, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Johnsson, H., Mårtensson, K., Lindsjö, A., Persson, K. och Blombäck, K. 2019. NLeCCS ett system för beräkning av läckage från åkermark. *Ekohydrologi* 159. Institutionen för mark och miljö, Uppsala.
- Johnsson, H., Mårtensson, K., Lindsjö, A., Persson, K., Andrist Rangel, Y. & Blombäck, K. 2023. Läckage av näringsämnen från svensk åkermark - Beräkningar av normalläckage av kväve och fosfor för 2019. *Ekohydrologi* 159. Institutionen för mark och miljö, Uppsala.
- Johnsson, H., Mårtensson, K., Lindsjö, A., Persson, K., Andrist Rangel, Y. & Blombäck, K. 2024. Läckage av näringsämnen från svensk åkermark 1995–2019 - Beräkningar av normalläckage av kväve och fosfor för åren 1995, 2005, 2013 och 2019 med NLeCCS 6.0 metodik. *Ekohydrologi* 185. Institutionen för mark och miljö, Uppsala.
- Jordbruksverket, 2025. Årslager skiftesdata, <https://jordbruksverket.se/e-tjanster-databaser-och-appar/e-tjanster-och-databaser-stod/kartor-och-gis> (hämtat våren 2025).
- 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 delavinningsområden inom LEVA-områden. *Ekohydrologi* 169. Institutionen för mark och miljö, Uppsala.
- Mårtensson, K., Johnsson, H. & Kyllmar, K. 2023. Estimated nutrient leakage from arable land in different bioeconomy scenarios for two areas in central Sweden, determined using a leaching coefficient method. *CATENA* 226(1):107102, DOI:10.1016/j.catena.2023.107102.
- Mårtensson, K., Persson, K., Kyllmar, K., Johnsson, H., Lindsjö A. och Blombäck, K. 2026. LOVA-bidrag till strukturkalkning. Inventering av bidragen under perioden 2014–2022 och bedömning av deras påverkan på fosforförluster. *Ekohydrologi* 188. Institutionen för mark och miljö, Uppsala.
- SMHI, 2024. Leveransbeskrivning SVAR 2022:1.1 Basprodukter 2024. https://opendata-download.smhi.se/svar/SVAR_Basprodukter_2022_1_1.pdf
- Widén-Nilsson, E., m.fl. (under bearbetning). Kartdata till PLC8 – Underlagsrapport till Pollution Load Compilation 8. SMED Rapport Nr 25 2022. (Manuskript).

Appendix

Nedan redovisas indata som använts i beräkningen av Himleån 2019, åtgårdsscenario och flera års grödfördelning.

Himleån år 2019

Nedan redovisas indata för varje subid (Widén-Nilsson m.fl. manuskript). Indata redovisas för varje läckage-region där indata använts på den nivån (Johnsson m.fl. 2023).

Tabell 30. Subid, arealsviktat medel för avrinning (mm), fältens lutning (%), markfosforhalt P-HCl (mg/100 g) som använts för beräkningen i VARO

VARO	Subid	Avrinning (mm)	Lutning (%)	Fosforhalt (mg/100 g)
WA11157922	2001	685	3.3	95
WA13465539	1908	337	1.4	85
WA19818468	1925	391	2.6	95
WA23604299	1985	414	2.7	95
WA31664960	2030	680	2.8	96
WA51757729	1914	695	3.3	94
WA52960421	1989	636	5.9	94
WA56491926	1951	523	3.4	95
WA61313783	1952	475	3.4	95
WA67516939	1868	514	3.0	94
WA72302047	1875	420	2.1	95
WA81748392	1889	639	4.1	94
WA99423931	1853	603	5.5	85

Tabell 31. Läckageregion, areal jordbruksmark och sluttningenslängd i VARO

VARO	Läckageregion (lr)	Areal (ha)	Sluttningenslängd (m)
WA11157922	lr 1b	5	99
WA13465539	lr 1b	130	159
WA19818468	lr 7a	779	144
WA23604299	lr 1b	1147	138
WA31664960	lr 1b	18	91
WA51757729	lr 7a	85	120
WA52960421	lr 7a	498	125
WA56491926	lr 7a	721	157
WA61313783	lr 1b	972	147
WA67516939	lr 1b	664	165
WA72302047	lr 1b	1992	172
WA81748392	lr 1b	252	113
WA99423931	lr 1b	16	95

Tabell 32. Fördelningen av de tio jordarterna som använts i beräkningen för åkermark per VARO

VARO	Sand	Loamy Sand	Sandy Loam	Loam	Silt Loam	Sandy Clay Loam	Clay Loam	Silty Clay Loam	Silty Clay	Clay
WA11157922	0	0	76	23	0	0	0	0	0	0
WA19818468	0	0	91	8	0	0	0	0	0	0
WA23604299	0	0	21	35	0	0	29	15	0	0
WA31664960	0	1	78	21	0	0	0	0	0	0
WA51757729	8	19	66	4	0	0	3	0	0	0
WA52960421	1	2	47	36	0	0	12	2	0	0
WA56491926	1	4	38	43	0	0	11	2	0	0
WA61313783	0	0	28	33	0	0	29	10	0	0
WA67516939	0	0	39	47	0	0	7	6	0	0
WA72302047	0	3	44	38	0	0	12	3	0	0
WA81748392	0	0	61	38	0	0	0	0	0	0
WA99423931	0	0	96	3	0	0	0	0	0	0

Tabell 33. Grödfördelning för året 2019 (%) per VARO

VARO	Vårkorn	Höstvete	Vall	Sockerbetor	Höst-raps	Havre	Vårvete	Råg	Potatis	Majs	Ärter och bönor	Träda
WA11157922	22	7	52	0	0	12	0	3	0	1	3	0
WA19818468	3	17	79	0	0	0	0	1	0	0	0	0
WA23604299	9	14	57	0	3	8	2	4	0	1	2	0
WA31664960	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WA51757729	16	0	69	0	0	4	0	6	0	0	0	5
WA52960421	21	10	52	0	0	4	2	5	0	0	2	3
WA56491926	20	9	51	0	0	7	2	3	0	3	1	3
WA61313783	10	22	41	0	0	13	3	3	0	2	6	0
WA67516939	18	21	42	0	2	7	5	0	0	1	1	2
WA72302047	21	19	31	0	3	8	6	4	0	3	2	2
WA81748392	11	10	64	0	0	7	3	3	0	0	2	0
WA99423931	0	0	86	0	0	0	0	0	0	0	0	14

Tabell 34. Andel av arealen som påverkas av skyddszon (%), skyddszonsbredd och skyddszonslängd (m), skyddszonsandel av arealen (%) 2019 för läckageregioner (Johnsson m.fl., 2024)

Lr	Påverkansareal för skyddszon (%)	Skyddszonsbredd (m)	Slutningslängd (m)	Skyddszonsareal (%)
1b	4.8	8	150	0.3
7a	0.5	15	95	0.1

Beräknade åtgärder och påverkan från flera års grödfördelning

Nedan redovisas indata för varje VARO för beräkningen av åtgärderna.

Tabell 35. Grödfördelning för året 2015 (% av jordbruksarealen) för VARO

VARO	Vår-korn	Höst-vete	Vall	Sock-er-be-tor	Höst-raps	Havre	Vår-vete	Råg	Vår-raps	Pota-tis	Majs	Ärter och bönor	Träda
WA11157922	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WA13465539	16	10	56	0	0	11	0	3	0	0	0	0	5
WA19818468	19	16	45	0	0	11	5	3	0	0	1	0	1
WA23604299	26	9	47	0	2	7	4	1	0	0	1	0	4
WA31664960	0	0	88	0	0	8	0	0	0	0	0	0	3
WA51757729	0	0	71	0	0	6	0	4	0	0	0	0	19
WA52960421	11	8	70	0	0	9	0	1	0	0	0	0	2
WA56491926	18	20	30	0	5	12	1	2	0	0	2	9	1
WA61313783	19	11	45	0	1	11	5	4	0	0	0	1	1
WA67516939	21	19	37	0	1	9	4	0	0	0	2	1	6
WA72302047	22	14	34	0	3	12	6	2	0	1	3	3	2
WA81748392	11	4	62	0	0	11	0	5	0	0	0	4	4
WA99423931	0	0	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17

Tabell 36. Grödfördelning för året 2016 (% av jordbruksarealen) för VARO

VARO	Vår-korn	Höst-vete	Vall	Sock-er-be-tor	Höst-raps	Havre	Vår-vete	Råg	Vår-raps	Pota-tis	Majs	Ärter och bönor	Träda
WA11157922	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WA13465539	13	0	63	0	0	11	0	6	0	0	0	0	8
WA19818468	16	13	43	0	0	10	9	2	0	0	2	3	1
WA23604299	21	8	48	0	2	9	4	2	0	0	1	1	4
WA31664960	0	0	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
WA51757729	3	0	71	0	0	0	0	7	0	0	0	0	19
WA52960421	11	5	63	0	0	12	5	0	0	0	0	1	2
WA56491926	19	18	32	0	0	16	2	5	0	0	2	5	1
WA61313783	12	20	42	0	0	11	5	2	0	0	0	8	1
WA67516939	21	15	35	0	1	10	8	0	0	0	1	4	3
WA72302047	18	14	31	0	3	14	8	1	0	1	3	5	3
WA81748392	9	4	62	0	2	6	8	3	0	0	0	5	2
WA99423931	0	0	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24

Tabell 37. Grödfördelning för året 2017 (% av jordbruksarealen) för VARO

VARO	Vår-korn	Höst-vete	Vall	Sock-er-be-tor	Höst-raps	Havre	Vår-vete	Råg	Vår-raps	Pota-tis	Majs	Ärter och bönor	Träda
WA11157922	0	0	53	0	0	47	0	0	0	0	0	0	0
WA13465539	5	8	62	0	0	6	12	4	0	0	0	0	3
WA19818468	15	11	49	0	0	6	7	2	0	0	3	4	3
WA23604299	22	6	48	0	2	7	1	9	0	0	0	2	3
WA31664960	0	0	96	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
WA51757729	3	0	80	0	0	0	0	5	0	0	0	0	11
WA52960421	13	12	52	0	6	10	2	1	0	0	0	2	2
WA56491926	18	19	35	0	2	13	1	1	0	0	2	6	1
WA61313783	13	14	46	0	0	9	7	5	0	0	0	5	1
WA67516939	22	11	38	0	3	11	6	0	3	0	0	2	4
WA72302047	21	17	30	0	3	12	3	3	0	0	3	4	3
WA81748392	12	4	61	0	0	5	11	3	0	0	0	4	1
WA99423931	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25

Tabell 38. Grödfördelning för åren 2018 (% av jordbruksarealen för VARO)

VARO	Vår-korn	Höst-vete	Vall	Sock-er-be-tor	Höst-raps	Havre	Vår-vete	Råg	Vår-raps	Pota-tis	Majs	Ärter och bönor	Träda
WA11157922	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WA13465539	7	2	63	0	0	22	0	0	0	0	0	0	6
WA19818468	23	2	51	0	0	12	6	0	0	0	3	1	2
WA23604299	21	4	51	0	3	4	6	4	0	0	0	2	5
WA31664960	3	0	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
WA51757729	4	0	87	0	0	0	0	2	0	0	0	0	7
WA52960421	18	8	54	0	0	14	2	0	0	0	0	2	3
WA56491926	23	6	40	0	0	11	9	0	0	0	2	9	0
WA61313783	13	5	51	0	3	9	11	1	0	0	0	4	1
WA67516939	24	5	33	0	0	11	18	0	0	0	0	5	3
WA72302047	30	5	28	0	4	10	10	0	0	0	3	5	3
WA81748392	9	3	65	0	0	13	6	1	0	0	0	1	2
WA99423931	0	0	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32

Tabell 39. Grödfördelning för åren 2020 (% av jordbruksarealen) för VARO

VARO	Vår-korn	Höst-vete	Vall	Sock-er-be-tor	Höst-raps	Havre	Vår-vete	Råg	Vår-raps	Pota-tis	Majs	Ärter och bönor	Träda
WA11157922	0	0	90	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
WA13465539	16	1	56	0	0	24	0	0	0	0	0	0	4
WA19818468	16	10	54	0	1	8	3	1	0	0	4	1	2
WA23604299	15	14	51	0	0	8	0	5	0	0	1	3	3
WA31664960	0	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
WA51757729	0	18	75	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
WA52960421	17	6	56	0	0	13	2	1	0	0	1	1	3
WA56491926	11	16	40	0	3	19	0	3	0	0	2	6	1
WA61313783	13	12	54	0	0	9	1	5	0	0	1	4	0
WA67516939	22	15	42	0	4	7	6	0	0	0	2	0	2
WA72302047	22	15	35	0	4	12	3	3	0	0	3	3	2
WA81748392	10	7	66	0	0	6	0	2	0	0	0	5	4
WA99423931	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25

Tabell 40. Grödfördelning för åren 2021 (% av jordbruksarealen) för VARO

VARO	Vår-korn	Höst-vete	Vall	Sock-er-be-tor	Höst-raps	Havre	Vår-vete	Råg	Vår-raps	Pota-tis	Majs	Ärter och bönor	Träda
WA11157922	0	0	91	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0
WA13465539	1	3	64	0	0	25	0	0	0	0	3	0	4
WA19818468	21	8	50	0	1	9	0	6	0	0	3	0	1
WA23604299	17	13	50	0	1	8	2	4	0	0	1	2	3
WA31664960	0	0	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
WA51757729	21	0	71	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3
WA52960421	21	3	60	0	0	10	0	1	0	0	0	0	4
WA56491926	10	20	38	0	1	24	1	3	0	0	2	1	1
WA61313783	12	20	45	0	3	9	1	3	0	0	1	5	1
WA67516939	22	17	38	0	3	7	7	0	0	0	2	0	3
WA72302047	20	21	31	0	3	13	2	3	0	0	3	2	3
WA81748392	10	6	65	0	0	10	2	0	0	0	0	6	2
WA99423931	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25

Tabell 41. Grödfördelning för åren 2022 (% av jordbruksarealen) för VARO

VARO	Vår-korn	Höst-vete	Vall	Sock-erbe-tor	Höst-raps	Havre	Vår-vete	Råg	Vår-raps	Pota-tis	Majs	Ärter och bönor	Träda
WA11157922	0	0	91	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0
WA13465539	1	0	64	0	0	22	0	0	0	0	6	0	7
WA19818468	13	11	46	0	0	10	2	8	0	0	7	1	2
WA23604299	12	9	52	0	4	9	5	4	0	0	2	1	3
WA31664960	0	0	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
WA51757729	0	0	87	0	0	0	0	4	0	0	0	0	9
WA52960421	14	4	68	0	0	7	4	1	0	0	0	1	2
WA56491926	7	22	37	0	6	14	0	6	0	0	1	4	2
WA61313783	12	17	41	0	3	8	6	2	0	0	2	6	3
WA67516939	26	19	36	0	1	12	2	0	0	0	0	1	3
WA72302047	23	14	34	0	3	14	1	1	0	0	5	2	3
WA81748392	7	7	67	0	0	13	5	0	0	0	0	0	1
WA99423931	0	0	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14

Tabell 42. Grödfördelning för åren 2023 (% av jordbruksarealen) för VARO

VARO	Vår-korn	Höst-vete	Vall	Sock-erbe-tor	Höst-raps	Havre	Vår-vete	Råg	Vår-raps	Pota-tis	Majs	Ärter och bönor	Träda
WA11157922	0	0	95	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
WA13465539	0	0	62	0	0	12	0	11	0	0	6	0	9
WA19818468	19	12	43	0	0	9	1	6	0	0	6	0	4
WA23604299	15	12	48	0	3	9	0	6	0	0	2	0	5
WA31664960	0	0	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
WA51757729	0	0	90	0	0	8	0	1	0	0	0	0	2
WA52960421	9	14	57	0	0	8	1	3	0	0	0	1	5
WA56491926	17	20	32	0	5	12	0	4	0	0	3	1	3
WA61313783	13	21	41	0	0	6	2	4	0	0	2	5	6
WA67516939	17	14	41	0	2	10	5	0	0	0	4	1	5
WA72302047	23	17	31	0	5	9	1	2	0	0	5	2	6
WA81748392	6	7	64	0	3	9	1	0	0	0	0	3	7
WA99423931	0	0	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14

Tabell 43. Skyddszonsandel av arealen vid skyddszonsbredd 6 m för klass 1–7 (%)

VARO	Klass 1	Klass 1–2	Klass 1–3	Klass 1–4	Klass 1–5	Klass 1–6	Klass 1–7
WA11157922	0	0	0	0	0	0	2
WA13465539	0	0	0	0	0	0	1
WA19818468	0	0	0	0	1	2	3
WA23604299	0	0	0	0	1	2	2
WA31664960	0	0	0	0	0	0	2
WA51757729	0	0	0	0	0	1	1
WA52960421	0	0	0	0	1	1	2
WA56491926	0	0	1	1	3	3	3
WA61313783	0	0	1	2	3	3	3
WA67516939	0	0	0	1	2	2	2
WA72302047	0	0	0	1	2	2	2
WA81748392	0	0	0	0	1	1	1
WA99423931	0	0	0	0	0	1	1

Tabell 44. Skyddszonsandel av arealen vid skyddszonsbredd 10 m för klass 1–7 (%)

VARO	Klass 1	Klass 1–2	Klass 1–3	Klass 1–4	Klass 1–5	Klass 1–6	Klass 1–7
WA11157922	0	0	0	0	0	0	3
WA13465539	0	0	0	0	0	0	2
WA19818468	0	0	0	1	2	3	5
WA23604299	0	0	0	1	2	3	4
WA31664960	0	0	0	0	0	0	4
WA51757729	0	0	0	0	0	1	2
WA52960421	0	0	0	0	1	2	3
WA56491926	0	0	1	2	4	4	5
WA61313783	0	1	2	3	4	4	5
WA67516939	0	0	1	1	3	4	4
WA72302047	0	0	0	1	3	3	4
WA81748392	0	0	0	0	1	2	2
WA99423931	0	0	0	0	0	1	2

Tabell 45. Använd version av ANLeC. Beräkningarna skedde per subid

Modellversion	Aktuellt växtnä- ringsämne	Beskrivning
IndataCompiler_PLC8_2025-04-23	N, P	Sammanställer data.
Base_2021-05-10	N, P	Beräknar fördelning tvåårskombinationer av grödfördelning.
CatchCrop_N_2025-04-08	N	Beräknar normalläckage och koncentration utan, med och med maximal areal med fånggröda.
ManureSpringFall_N_2024-07-03	N	Beräknar påverkan av olika spridningstidpunkter av stallgödsling. Beräknat för året då stallgödslingen skedde, dvs året före övriga beräkningar sker.
Load_P_2025-04-17	P	Beräknar normalläckage och koncentration.
StructuralLiming_2021-05-10	P	Beräknar nya koefficienter för tvåårskombinationer till följd av den antagna påverkan av strukturkalkning.