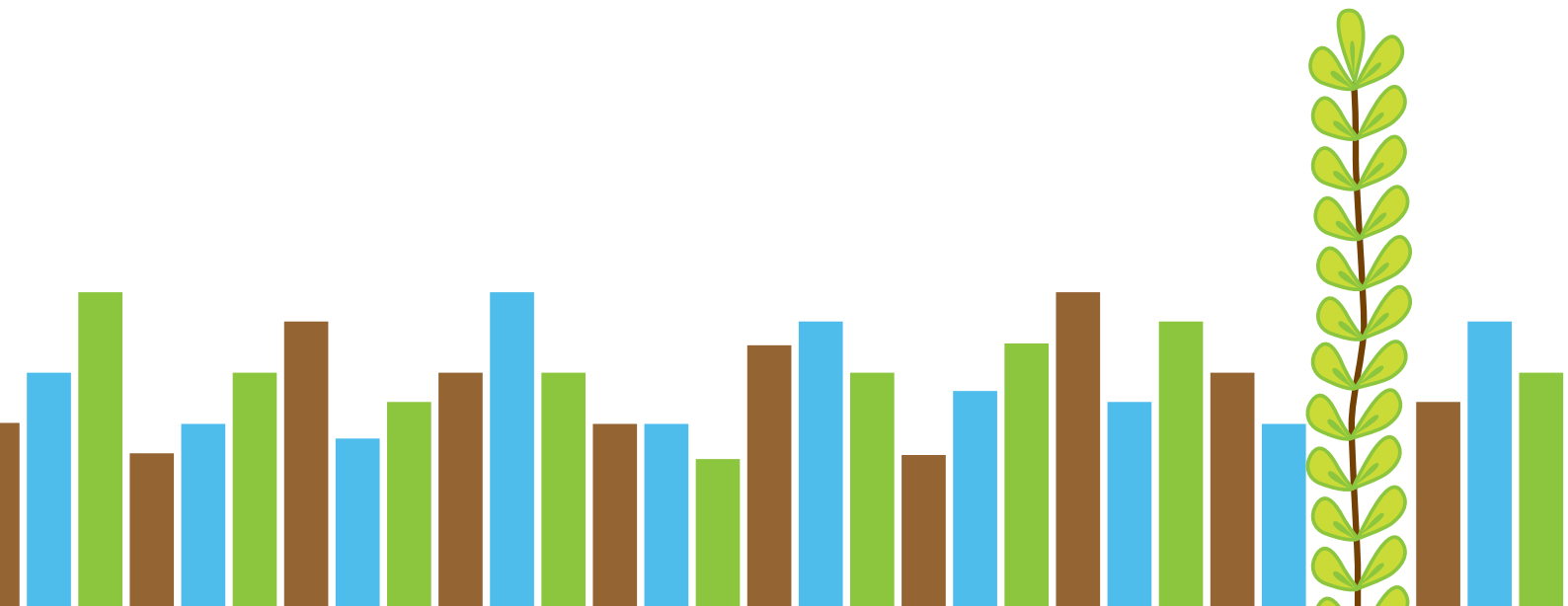


Är skyddszonerna placerade på rätt plats för att hindra erosion?

Jämförelse mellan
landsbygdsprogrammen
2007–2013 och 2014–2020

Ann Kristin Eriksson, Jordbruksverket
Elisabeth Bölenius, Jordbruksverket
Carina Carlsson Ross, Jordbruksverket
Hans Nilsson, Jordbruksverket



Varför görs denna utvärdering?

Denna rapport är en del av utvärderingen av landsbygdsprogrammet 2014–2020.

Syftet med utvärderingen är att bedöma placeringen av skyddszoner i förhållande till erosionsrisken. Detta görs för att få mer kunskap om var skyddszoner bör placeras för att ge bäst effekt. En jämförelse har gjorts mellan var skyddszoner varit placerade under förra programperioden och var de är placerade i den nuvarande. Härmed försöker utvärderingen att på länsnivå svara på frågorna om skyddszonerna som försvann var effektiva samt om de skyddszoner som har tillkommit är placerade i områden med hög risk för erosion.

Utvärderingssekretariatet vid Jordbruksverket ansvarar för att de svenska EU-programmen där Jordbruksverket är förvaltande myndighet blir utvärderade. Det innebär att utvärderingssekretariatet beställer och genomför utvärderingar av landsbygdsprogrammet, havs- och fiskeriprogrammet samt programmet för lokalt ledd utveckling inom regional- och socialfonden. Programmen utvärderas dels var för sig men också tillsammans. Utvärderingarna sker i relation till program mål och de övergripande EU 2020-målen.

Utvärderingarna genomförs av oberoende aktörer, som inte är inblandade i programgenomförandet. Ibland är det interna utredare från Jordbruksverket och ibland är det externa genomförare, exempelvis forskare eller konsulter. Vi tar hjälp av forskare för att kvalitetsgranska rapporterna innan de publiceras. Rapporterna publiceras i en särskild rapportserie och rapportförfattarna är ansvariga för slutsatserna. Slutsatserna utgör inte Jordbruksverkets officiella ståndpunkt.

/ Utvärderingssekretariatet vid Jordbruksverket

Utvärderare

Ann Kristin Eriksson arbetar som utredare med inriktning på växtnäring vid Jordbruksverket. Ann Kristin har planerat och genomfört utvärderingen av skyddszonernas placering samt skrivit rapporten.

Carina Carlsson Ross har tidigare arbetat som utredare med inriktning på växtnäring vid Jordbruksverket. Carina har planerat utvärderingen, skrivit avtal angående erosionsriskkartor samt skrivit projektplan.

Elisabeth Bölenius arbetar som utredare med inriktning på vattenhushållning vid Jordbruksverket. Elisabeth har sammanställt data angående erosionsrisk och skyddszonernas placering.

Hans Nilsson har tidigare arbetat som rådgivare med inriktning på växtnäring och vatten vid Jordbruksverket. Hans har utfört utvärderingen av erosionsriskkartan.

Sammanfattning

Syftet med utvärderingen är att bedöma om förändringarna i utformningen av villkoren för skyddszoner mellan landsbygdsprogrammet 2007–2013 och landsbygdsprogrammet 2014–2020 har bidragit till en bättre placering av skyddszoner i förhållande till var erosionsrisken finns. Denna utvärdering hjälper oss att besvara frågor om hur ersättning för skyddszoner i landsbygdsprogrammet har bidragit till att förbättra genomförandet av vattenrelaterade åtgärder samt till att förhindra jorderosion.

Skillnader i villkor för skyddszonernas utformning och placering

Det som har påverkat skyddszonernas utformning och placering mest i programmen är att det var möjligt att söka ersättning för skyddszoner i ett större område i det tidigare landsbygdsprogrammet (dåvarande stödområde 4b, 5 och 9). I nuvarande program är det bara möjligt att söka ersättning inom det så kallade nitratkänsliga området. Nu är det också tydligare definierat var i landskapet man får anlägga anpassade skyddszoner.

Svårt att svara på om ersättning för skyddszoner bidragit till bättre vattenförvaltning

Utvärderingen kan inte svara kvantitativt på frågan om ersättning för skyddszoner bidragit till att förbättra vattenvårdsarbetet på grund av bristande data samt det modellverktyg som finns till hands. I landsbygdsprogrammet 2014–2020 ingår fler skyddszoner än i det tidigare programmet. Om man jämför antalet skyddszoner och deras placering framgår att län med större andel av block med påtaglig erosionsrisk (mer än 25 procent av blocken graderade med den högsta erosionsrisken inom klasserna 5 och 1) också har fler anlagda skyddszoner i nuvarande program. I län med en mindre andel av blocken med påtaglig erosionsrisk (mindre än 25 procent av blocken graderade med den högsta erosionsrisken inom klasserna 5 och 1) är arealen skyddszoner lika stor eller lägre i landsbygdsprogrammet 2014–2020 jämfört med det tidigare programmet.

Fler anpassade skyddszoner kan bidra till att förhindra jorderosion

Arealen anpassade skyddszoner har ökat med 76,3 ha i landsbygdsprogrammet 2014–2020 jämfört med det tidigare programmet. Arealen anpassade skyddszoner har framförallt ökat i Östergötlands (45 ha), Västra Götalands (33 ha) och Uppsala län (27 ha). Minskningen av arealen anpassade skyddszoner har främst skett i Stockholms (22 ha) och Örebro län (15 ha).

Rekommendationer

Djordjic & Markensten (2018) uppger att erosionsriskkartor kan utgöra underlag i diskussioner om var erosionsrisk kan finnas samt om var det är effektivt att

anlägga skyddszoner och anpassade skyddszoner. Erosionsriskkartorna kan också identifiera områden där erosionsrisken är låg. Om det i dessa områden fortfarande finns betydande näringsämnesförluster bör man istället fokusera på andra åtgärder än att minska erosion. Att begränsa området där man kan söka ersättning till det nitratkänsliga området kan också ha hjälpt till att placera skyddszoner i de län där de gör störst nytta. Resultat- och värdebaserad ersättning kan bli samhällsekonomiskt mer effektivt än att enbart kompensera lantbrukare utifrån efterlevnad av stöd villkor.

Summary

The aim of the report is to evaluate if changes in terms of support for the establishment and design of buffer strips between the rural development programme 2007–2013 and the rural development programme 2014–2020 have affected the location of buffer strips compared to the risk for erosion. This report will help us to evaluate if support for buffer strips within the rural development programme has contributed to better water management and to preventing soil erosion.

Differences in conditions of support for establishment and design of buffer strips

The design and location of the established buffer strips has been affected by the changes in conditions of support between the programming periods. During the previous programming period was it possible apply for support for buffer strips in a larger area (earlier support areas 4b, 5 and 9). In the current programme is it only possible to apply for support within the nitrate vulnerable zone. In the current programme is it also more clearly defined where in the landscape buffer strips should be established.

Difficult to evaluate if riparian buffer strips contributed to better water management

Because of a lack of data and the modelling tool that is available, the report cannot quantitatively state whether riparian buffer strips have contributed to better water management. During the Rural Development Programme 2014–2020 more buffer strips have been established compared to previous programme. Counties with a greater proportion of blocks with significant erosion risk (more than 25 percent of the blocks graded with the highest erosion risk within classes 5 and 1) also have more riparian buffer strips in the current programme. In counties with a smaller proportion of the blocks with significant erosion risk (less than 25 percent of the blocks were graded with the highest erosion risk within classes 5 and 1), the area of riparian buffer strips is equal or lower in the current programme compared to the previous programme.

A higher number of vegetative filter zones may prevent soil erosion

The area of vegetative filter zones has increased by 86 percent in the rural development program 2014–2020 compared to the previous program. The area of vegetative filter zones has increased mainly in the counties of Östergötland (45 ha), Västra Götaland (33 ha) and Uppsala county (27 ha). The reduction in the area of vegetative filter zones has mainly occurred in Stockholm (22 ha) and Örebro county (15 ha).

Recommendations

Djodjic & Markensten (2018) states that erosion risk maps can form the basis of discussions about where erosion risk can be found and if it is effective to establish riparian buffer strips and vegetative filter zones. Erosion risk maps can also identify areas with little risk for erosion. If significant phosphorus losses still take place in those areas, focus should be on measures that give greater impact than those aimed at just erosion. Limiting the area where buffer strips can be established to the nitrate vulnerable zone may have led to the placement of these strips in counties where they are of most use. Result- and value based agri-environmental payments can be more economically efficient than simply compensating farmers for compliance with support conditions.

Ordlista

Definitioner av begrepp som används i rapporten.

Aggregatstabilitet	Hur stabila aggregaten är, det vill säga hur lätt partiklar frigörs från aggregatet. Ett aggregat är en sammangyttring av markpartiklar som hålls samman i större former.
Anpassade skyddszoner	Skyddszoner som ligger inuti fält och anläggs i de områden där det sker stor ytavrinning och erosion, exempelvis i anslutning till ytvattenbrunnar eller i svackor där vatten kan bli stående.
Block	Jordbruksmarken är indelad i områden som kallas block. Blockets gränser är i de flesta fall fasta gränser som till exempel vägar, stenmurar, skog, hus, diken och sjöar. På ett block kan det finnas ett eller flera skiften. Det är bara en enda lantbrukare som har sin mark inom ett block.
Deposition	När de partiklar som eroderat avsätts.
Erosion	<i>Vattenerosion</i> uppstår när jordpartiklar slammas upp i, och transporteras bort med, ytavrinnande vatten.
Erosionsrisk	Hur stor risk det är för erosion. Erosionsrisken är som störst på jordar med stor lutning, hög avrinning och där jorden har <i>låg aggregatstabilitet</i> , det vill säga att aggregaten som markpartiklarna hålls ihop i lätt går sönder.
Hortonsk ytavrinning	När nederbördsmängden är större än den mängd vatten som kan <i>infiltreras</i> i marken.
Infiltrera	När vatten tränger ned i markytan.
Erosionskänslighet	Hur lätt jord drabbas av erosion vilket beror av hur lätt partiklarna kan frigöras från marken och hur långt de transporteras med ytavrinnande vatten.
Mättad ytavrinning	När grundvattenytan ligger i höjd med markytan vilket gör att vattnet inte kan infiltrera.
Utströmningsområde	Lågt liggande område där grundvattennivån är i ungefär samma nivå som markytan vilket gör att grundvattnet kan strömma ut ur marken.
Vattenområde	Område där det finns vatten, exempelvis sjöar, vattendrag och diken.
Ytavrinning	Vatten som rinner på markytan.
Åtagande	En överenskommelse med villkor hur skyddszonen ska skötas under tiden åtagandet gäller. Åtagandet gäller i 5 år.

Innehåll

1	Inledning	11
1.1	Skyddszonerna placeras där erosionsrisken är stor	11
2	Bakgrund	13
2.1	Erosion är jordpartiklar som frigörs och flyttas med vatten	13
2.2	Skyddszonen hindrar jordpartiklarna att nå vattenområden	13
2.3	Skillnader i villkor för skyddszoner mellan programmen	14
2.4	Förutsättningar för att skyddszoner placeras där de gör störst nytta	16
2.5	Det finns skillnader i skyddszoners effektivitet	17
2.6	Nya ersättningsformer kan bli resultat- och värdebaserade	18
2.7	Utvärderingsfrågor	18
2.8	Avgränsningar	21
3	Underlag för analysen	22
3.1	Erosionsriskkartorna består av två delar	22
3.2	Skyddszonernas placering i landsbygdsprogrammen	24
4	Analys	26
4.1	Erosionsriskkartorna jämförs med lantbrukarnas erfarenheter	26
4.2	Skyddszonernas placering jämförs med erosionsrisken	26
5	Resultat	29
5.1	Erosionsriskkartorna och lantbrukarnas erfarenheter	29
5.2	Skyddszonernas placering jämfört med erosionsrisken	30
5.2.1	Länen delas in utifrån andel block med hög erosionsrisk	30
5.2.2	Fler skyddszoner i län där större andel av blocken har hög erosionsrisk	31
5.2.3	Arealen skyddszoner har ökat mellan programperioderna	33
5.3	Ökning av anpassade skyddszoner	37
6	Diskussion och slutsatser	38
6.1	Diskussion	38
6.1.1	Erosionsriskkartan jämfört med mätningar i avrinningsområden	38
6.1.2	Osäkerheter i indata kan ge felaktiga resultat	39
6.1.3	Erosionsriskkartorna är ett diskussionsunderlag för åtgärder	39
6.1.4	Osäkerheter i skyddszonernas placering	40
6.1.5	Förändringar i arealen skyddszoner kan bero av nitratkänsliga områden	40
6.2	Slutsatser	40
6.3	Rekommendationer	42
	Referenser	43
	Bilaga 1 Beräkning av erosionsrisk-kartor för åkermark som underlag för utvärdering av skyddszoners placering	44

1 Inledning

Skyddszoner anläggs på åkermark för att minska flödet av vatten som rinner på markytan och som tar med sig jordpartiklar som når *vattenområden* som exempelvis sjöar, vattendrag och diken (Jordbruksverket, 2017). Vattnet som rinner på markytan kallas *ytavrinning* och processen där jordpartiklar frigörs och transporteras bort med vattnet kallas erosion. Inom nuvarande landsbygdsprogram är det möjligt att söka ersättning för att anlägga skyddszoner för att minska ytavrinning och erosion från åkermark till vattenområden.

Syftet med rapporten är att utvärdera skyddszonernas placering i landskapet i förhållande till var det finns risk för erosion, samt om ersättningar inom landsbygdsprogrammet bidragit till att skyddszonerna placeras där de gör störst nytta.

Rapporten vänder sig till dig som vill veta mer om hur ersättningar i landsbygdsprogrammet bidrar till bättre miljö.

1.1 Skyddszonerna placeras där erosionsrisken är stor

Skyddszoner kan ligga på åkermark längs vattenområden eller inuti ett fält. Skyddszoner som ligger inuti fält kallas *anpassade skyddszoner* och anläggs i de områden där det sker stor ytavrinning och erosion, till exempel i anslutning till ytvattenbrunnar eller i svackor där vatten kan bli stående. I landsbygdsprogrammet 2014–2020 är det även möjligt att söka ersättning för anpassade skyddszoner längs vägar som halkbekämpas med salt och där markens struktur riskerar att förstöras (Jordbruksverket, 2017).

Skyddszonerna kan placeras mer eller mindre effektivt beroende av hur stor *erosionsrisken* är, det vill säga den risk det är för erosion just på den plats de anläggs. Erosionsrisken är som störst på jordar med stor lutning, hög avrinning och där jorden har *låg aggregatstabilitet*, det vill säga att de så kallade aggregaten som markpartiklarna hålls ihop i lätt går sönder. Djodjic & Markensten (2018; se även bilaga 1) har med hjälp av en datormodell producerat erosionsriskkartor som kan användas för att bedöma risken för att jordpartiklar frigörs samt vilken väg det ytvärrinnande vattnet kommer att ta med dessa jordpartiklar.

Hittills har skyddszoner främst anlagts längs med vattenområden. Dock kan skyddszoner längs vattenområden vara placerade där de inte gör någon nytta, det vill säga där risken för erosion är låg (Djodjic, 2013). Därför behövs mer kunskap om var skyddszoner ska placeras i landskapet. Om skyddszoner placeras där de gör stor nytta, det vill säga där erosionsrisken är stor, kan *kostnadseffektiviteten* öka (Smith et. al., 2017). Detta på grund av att det behövs mindre areal skyddszoner i ett avrinningsområde eftersom skyddszonerna är placerade där erosionsrisken är störst. Det innebär även att mindre areal jordbruksmark

behöver tas ur bruk. Det i sin tur minskar kostnaden för att minska förlusten av näringsämnen från åkermark (kr/kg fosfor). Kostnadseffektiviteten ökar således.

Under olika *programperioder* har det varit olika villkor för att anlägga skydds-zoner. Detta eftersom miljöersättningen har anpassats för att skyddszoner ska anläggas där de gör störst nytta. De villkor som ställs i *åtagandet* för lantbruk-aren har i sin tur påverkat om lantbrukaren låtit de anlagda skyddszonerna ligga kvar mellan de olika programperioderna eller om skyddszonerna tagits bort.

2 Bakgrund

2.1 Erosion är jordpartiklar som frigörs och flyttas med vatten

Den typ av erosion som diskuteras i denna rapport är det som vanligtvis kallas vattenerosion. *Vattenerosion* uppstår när jordpartiklar slammas upp i, och transporteras bort med, ytavrinnande vatten.

Ytavrinning brukar delas in i två typer beroende av hur den uppstår. Om nederbördsmängden är större än den mängd vatten som kan *infiltreras* i marken uppstår *hortonsk ytavrinning*. I Sverige händer det ganska sällan. Marken kan däremot ha en minskad infiltrationsförmåga på grund av till exempel tjäle, markpackning eller plogsula som hindrar vattnet från att tränga igenom marken.

När grundvattenytan ligger i höjd med markytan och gör att vattnet inte kan infiltrera uppstår *mättad ytavrinning*. Mättad ytavrinning förekommer i *utströmningsområden*, det vill säga i lågt liggande områden där grundvattennivån är i ungefär samma nivå som markytan och grundvattnet kan strömma ut ur marken.

Erosionsrisken påverkas även av jordens *erosionskänslighet* för ytvatten-erosion, som beror av hur lätt partiklarna kan frigöras från marken och hur långt de transporteras med ytavrinnande vatten. Det krävs lägre vattenhastighet i ytavrinnande vatten för att större kornstorlekar av finmo eller mjäla samt sand från marken ska frigöras jämfört med exempelvis lerpartiklar som hålls hårdare fast i aggregat. Generellt så har dock större och tyngre markpartiklar större transportmotstånd, så när lerpartiklar väl frigörs transporteras de både längre och lättare än de större kornstorlekarna.

Vilken typ av grödor som växer på fältet påverkar också erosionsrisken. Exempelvis kommer det ytavrinnande vattnet i en vall att ha mindre kontakt med jordpartiklarna eftersom gräset täcker markytan mer än till exempel spannmål där enbart strån sticker upp och ytavrinningen får mer kontakt med jordpartiklarna. På så sätt bromsas även den ytavrinnande vattnet upp mer effektivt av gräset i en vall jämfört med spannmålets strån.

2.2 Skyddszonen hindrar jordpartiklarna att nå vattenområden

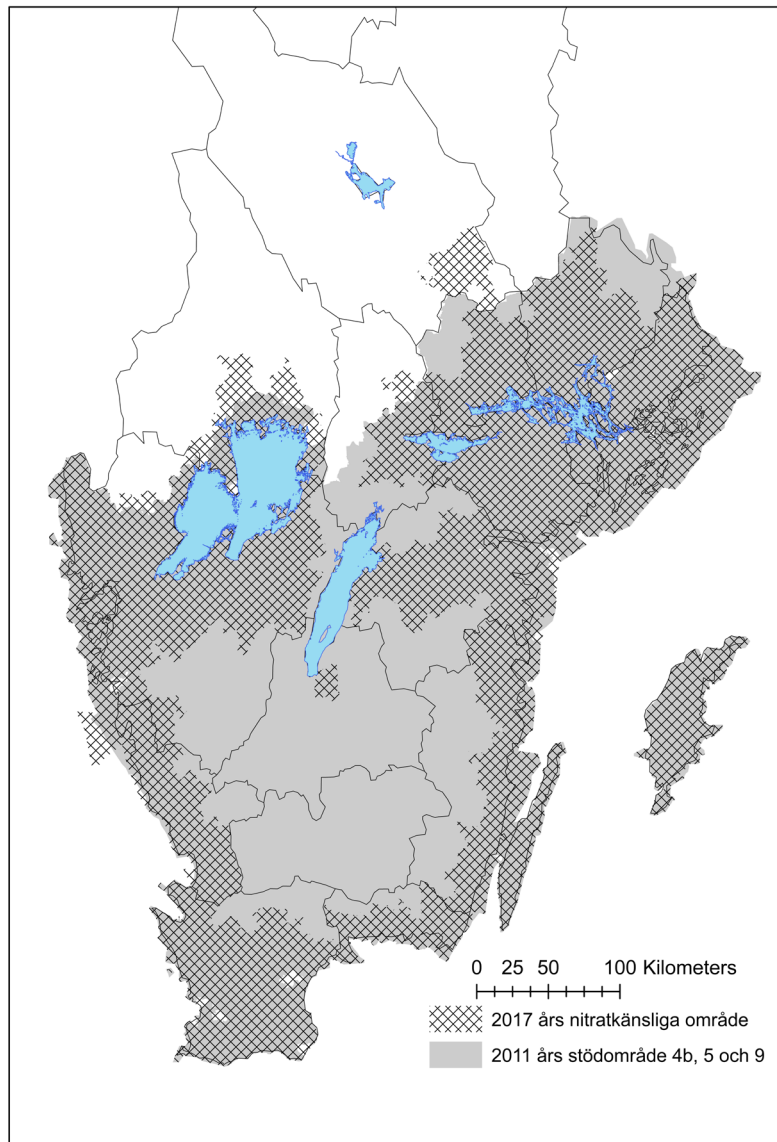
I landsbygdsprogrammet delas skyddszonerna in i två typer, *skyddszoner längs vattendrag* och *anpassade skyddszoner*.

En *skyddszon längs vattendrag* är ett område längs ett vattenområde där marken är bevuxen med vall. När det ytavrinnande vattnet med uppslammade markpartiklar når skyddszonen kommer gräset i vatten att fungera som ett filter som fångar upp partiklarna. En del av det ytavrinnande vattnet kommer också att infiltreras i skyddszonen och renas ytterligare innan det slutligen når vattenområdet.

En *anpassad skyddszon* är en zon inom ett fält som ligger på erosionsbenägen mark, mark som riskerar att få skador i markstrukturen av vägsalt eller på mark som riskerar att översvämmas. Det kan till exempel vara mark i anslutning till ytvattenbrunnar eller i svackor på åkermark. Den anpassade skyddszonen har en motsvarande reningsförmåga inuti fältet men gör även att det ytavrinnande vattnet bromsas upp så risken för ytterligare erosion minskar.

2.3 Skillnader i villkor för skyddszoner mellan programmen

Det finns skillnader i villkoren för skyddszonernas placering och utformning i programperioderna. I landsbygdsprogrammet 2007–2013 gavs ersättning för att anlägga skyddszoner inom dåvarande stödområde 4b, 5 och 9. I landsbygdsprogrammet 2014–2020 gavs endast möjlighet till ersättning på åkermark inom nitratkänsligt område (se figur 1). I tabell 1 presenteras skillnaderna i villkor för placering och utformning av skyddszoner inom respektive landsbygdsprogram.



Figur 1: Skillnader i det område där det varit möjligt att söka ersättning för skyddszoner i föregående och nuvarande programperiod. Det gråmarkerade området visar var det varit möjligt att söka ersättning för att anlägga skyddszoner i programmet 2007–2013 (dåvarande stödområde 4b, 5 och 9) och det rutiga området visar var det är möjligt att söka ersättning i programmet 2014–2020 (nitratkänsligt område).

Tabell 1. Skillnad i villkor för skyddszoners placering och utformning inom landsbygdsprogrammet 2007–2013 respektive landsbygdsprogrammet 2014–2020

	Landsbygdsprogrammet 2007–2013	Landsbygdsprogrammet 2014–2020
Placering av skyddszon vid vattendrag	På åkermark utmed ett vattenområde i stödområden 4b, 5 och 9. I direkt anslutning till vattenområde.	På åkermark inom nitratkänsligt område. I direkt anslutning till ett vattenområde. Mellan skyddszonen och vattenområdet får det inte finnas för mycket träd och buskar.
Definition av vattenområde	Vattenområde som är utmärkt på den topografiska kartan eller vattenförande hela året.	Ett område som täcks av vatten vid högsta förutsebara vattenstånd. Det kan till exempel vara ett dike som är vattenförande någon del av året, en sjö eller en damm.
Placering av anpassad skyddszon	Ska ligga vid till exempel ytvattenbrunnar eller svackor i åkermark, men får inte ligga i kanten av en åker.	På åkermark inom nitratkänsligt område med erosionsbenägen mark, på mark som riskerar att få skador i markstrukturen av vägsalt eller på mark som riskerar att översvämmas. Det kan till exempel vara mark i anslutning till ytvattenbrunnar eller i svackor på åkermark.
Storlek för skyddszon vid vattendrag	Mellan 6 och 20 meter bred. Skiftets längd mot vattenområdet ska vara minst 20 meter lång. Skyddszoner ska sammanlagt vara minst 0,10 ha, men varje enskild skyddszon får vara mindre än 0,10 ha.	Mellan 6 och 20 meter bred. Skyddszoner ska sammanlagt vara minst 0,10 ha, men varje enskild skyddszon får vara mindre så länge den är minst 100 m ² .
Storlek för anpassad skyddszon	Minst 0,25 ha.	Skyddszoner ska sammanlagt vara minst 0,10 ha, men varje enskild skyddszon får vara mindre så länge den är minst 100 m ² .

2.4 Förutsättningar för att skyddszoner placeras där de gör störst nytta

Det är fler parallellt pågående arbeten inom olika EU-direktiv och program som påverkar arbetet med åtgärder mot övergödning och därmed även förutsättningarna för var skyddszonerna placeras. Det som dessa arbeten har gemensamt är att det sker i cykler med bestämda tidsintervall som inte stämmer överens tidsmässigt. Till exempel kan området för var lantbrukaren kan få ersättning för skyddszoner ändras under en programperiod samt när det blir en ny programperiod (se figur 2). I landsbygdsprogrammet 2014–2020 är det till exempel möjligt att få ersättning för skyddszoner inom det nitratkänsliga området. Landsbygdsprogrammets längd är sju år, men vart fjärde år sker en översyn av vilka områden som ska ingå i det nitratkänsliga området. Det innebär att om det nitratkänsliga områdets utbredning förändras kan även området för var det är möjligt att söka ersättning för skyddszoner förändras. Detta skedde exempelvis i samband med att förändringarna från översynen av nitratkänsliga områden 2014 implementerades.

Även vattenförvaltningens arbete inom vattendirektivet påverkar arbetet med åtgärder mot övergödning. I Vattenmyndigheternas åtgärdsprogram framgår vilka vattenrelaterade åtgärder respektive myndighet ska genomföra för att Sverige ska nå målet om god ekologisk status i alla vatten. Vattenförvaltningens arbete drivs i förvaltningscykler om sex år och i slutet av varje förvaltningscykel tas åt-

gårdsprogram fram som ska gälla de kommande sex åren. I nuvarande åtgärdsprogram som gäller från år 2016 till 2021 ingår både anpassade skyddszoner och skyddszoner längs vattendrag som åtgärder mot övergödning för att nå god ekologisk status. I Vattenmyndigheternas åtgärdsprogram uppges landsbygdsprogrammet vara ett viktigt medel för att anlägga och sköta skyddszoner. Landsbygdsprogrammet 2014–2020 var redan startat innan denna åtgärdsplan hade börjat gälla varför arbetet tidsmässigt inte stämmer överens.

I figur 2 visas några arbeten som påverkar förutsättningar för placering av skyddszoner inom landsbygdsprogrammen.

År använt i utvärderingen för landsbygdsprogrammet 2007-2013							År använt i utvärderingen för landsbygdsprogrammet 2014-2020						
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Landsbygdsprogrammet 2007-2013							Landsbygdsprogrammet 2014-2020						
				Översyn nitratkänsliga områden 2010			Översyn nitratkänsliga områden 2014						
		Vattenförvaltningscykel 2 2009-2016					Vattenförvaltningscykel 3 2016-2021						

Figur 2: Tidsspann för cyklerna för några av de parallellt pågående arbeten inom olika EU-direktiv och program som påverkar arbetet med åtgärder mot övergödning och därmed även förutsättningarna för var skyddszonerna placeras. Till exempel kan områden för var lantbrukaren kan få ersättning för skyddszoner ändras under en programperiod inom landsbygdsprogrammet. I nuvarande landsbygdsprogram 2014–2020 är det möjligt att få ersättning för skyddszoner inom det nitratkänsliga området. Landsbygdsprogrammets längd är sju år, men vart fjärde år sker en översyn av vilka områden som ska ingå i det nitratkänsliga området. Det innebär att om det nitratkänsliga områdets utbredning ändras kan även området för var det är möjligt att söka ersättning för skyddszoner ändras under pågående programperiod.

2.5 Det finns skillnader i skyddszoners effektivitet

Tidigare utvärderingar av miljöersättningar har visat att det finns stora skillnader i skyddszoners effektivitet när det gäller att minska belastningen av fosfor till vattnet. I slututvärderingen av landsbygdsprogrammet 2007–2013 utvärderades skyddszonernas effektivitet utifrån modellberäkningar av näringsämnesförluster (kväve och fosfor) från åkermark. Till exempel var skyddszonernas effektivitet när det gällde att rena ytavrinnande vatten från näringsämnena mer än fem gånger så stor i Hallands slättbygder jämfört med den närliggande skånska delen av den sydsvenska mellanbygden. Den stora spridningen i skyddszonernas reduceringseffekt mellan de olika regionerna kommer att avspeglas i åtgärdens kostnadseffektivitet. Studien visade att det fanns en spridning i kostnad mellan 725 och 19 320 kronor per kilogram minskad mängd fosfor (Smith et al., 2013).

2.6 Nya ersättningsformer kan bli resultat- och värdebaserade

Enligt EU:s gemensamma jordbrukspolitik kan ersättningarna i nästa landsbygdsprogram komma att bli resultat- och värdebaserade, istället för åtgärdsbaserade som det varit hittills. Det skulle innebära att ersättning betalas ut efter vilken miljönytta som skyddszonen ger. Det kan till exempel innebära att skyddszoner som placeras i ett område med stor erosionsrisk ger mer ersättning än en skyddszon som placeras i ett område med låg erosionsrisk. Hittills har ersättningar betalats ut om villkoren för åtagandet har uppfyllts, inte för att någon speciell miljönytta har uppnåtts. Resultat- och värdebaserade stöd kan bli samhällsekonomiskt mer effektivt än att bara kompensera lantbrukare utifrån efterlevnad av stöd villkor.

Resultatbaserade miljöersättningar används redan i några EU-länder, bland annat i Tyskland. Det finns ett stort intresse av att använda den här typen av ersättningar i flera andra EU-länder. I Sverige pågår ett arbete för att undersöka möjligheterna att införa resultat- och även värdebaserade ersättningar (Bång et al., 2019). Det görs inom miljöarbetet med EU:s gemensamma jordbrukspolitik (CAP:s miljöeffekter).

En förstudie har gjorts vid Jordbruksverket för att få specifik kunskap om hur resultat- och värdebaserade miljöersättningar fungerar för olika åtgärder inriktade på att minska växtnäringsförluster (Bång et al., 2019). För skyddszoner finns undersökningar om hur resultat- och värdebaserade system skulle kunna tillämpas (Sidemo Holm & Brady, 2016) samt underlag för att styra åtgärden till rätt plats (Djodjic & Villa, 2015).

2.7 Utvärderingsfrågor

Denna utvärdering rör följande delar i landsbygdsprogrammets utvärderingsplan:

- Stödets bidrag till minskningar av kväve- och fosforbelastning.
- Stödets påverkan på halter av bekämpningsmedel i sötvatten.
- Stödets påverkan på markkvaliteten.

Utredningen rör följande EU-gemensamma utvärderingsfrågor om specifika fokusområden:

9: I vilken utsträckning har insatserna inom landsbygdsprogrammet bidragit till bättre vattenförvaltning, inbegripet hantering av gödselmedel och växtskyddsmedel?

10: I vilken utsträckning har insatserna inom landsbygdsprogrammet bidragit till att förhindra jorderosion och förbättra markförvaltning?

Utreddningen rör följande EU-gemensamma utvärderingsfrågor om unionens mål:

28: I vilken utsträckning har landsbygdsprogrammet bidragit till den gemensamma jordbrukspolitikens mål att säkra en hållbar förvaltning av naturresurser och klimatåtgärder?

Utreddningen kan också sekundärt ha betydelse för följande utvärderingsfrågor:

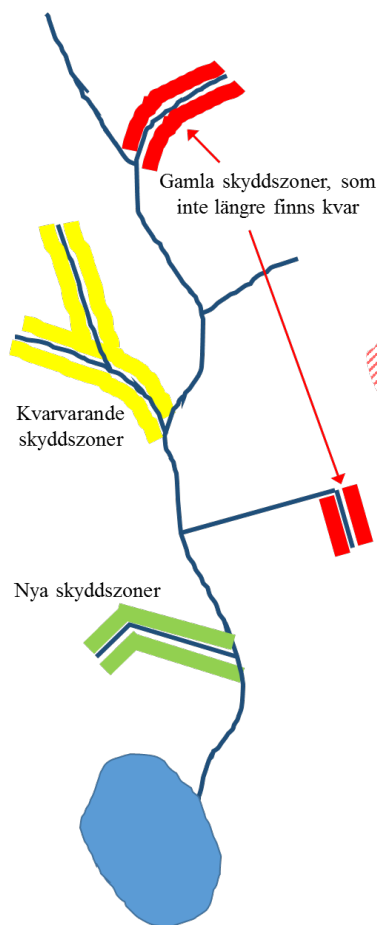
8: I vilken utsträckning har insatserna inom landsbygdsprogrammet bidragit till att återställa, bevara och förbättra den biologiska mångfalden, bland annat inom Natura 2000-områden, områden med naturliga eller andra särskilda begränsningar och jordbruk med högt naturvärde, och det europeiska landskapet?

15: I vilken utsträckning har insatserna inom landsbygdsprogrammet bidragit till bevarande av kolsänkor och kolinbindning inom jordbruk och skogsbruk?

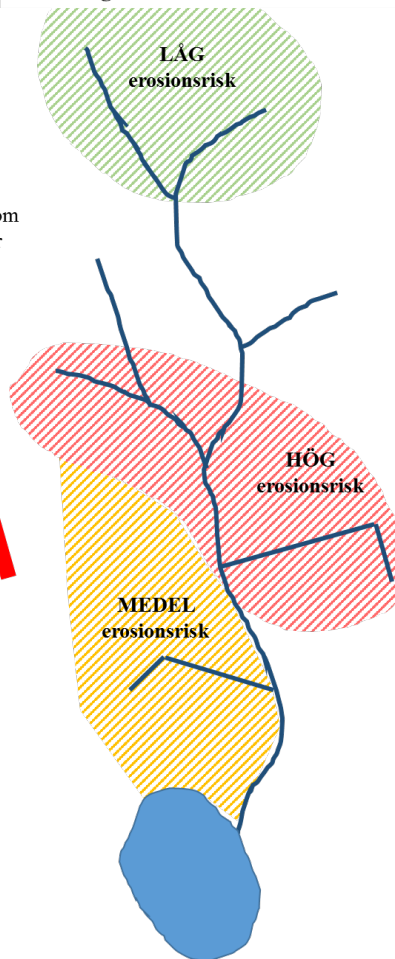
Utvärderingen ska leda fram till att frågor nedan besvaras. Information om var skyddszoner anlagts inom det förra respektive det nuvarande landsbygdsprogrammet jämförs (figur 3), och i kombination med erosionsmodellen kommer följande frågor att besvaras på länsnivå:

1. De skyddszoner som försvunnit sedan det förra programmet – hur var de placerade utifrån ett erosionsperspektiv (figur 3a)? Med andra ord, var skyddszonerna som försvann effektiva?
2. I det nya programmet har det tillkommit nya skyddszoner – hur effektiva är dessa? Är de placerade i områden med hög risk för erosion (figur 3b)?

a) Placering av gamla, kvarvarande och nya skyddszoner i ett avrinningsområde



b) Modellerad erosionsrisk i ett avrinningsområde



Figur 3: Schematisk bild av vilken typ av information som kombineras för att svara på frågan om skyddszonerna som togs bort efter landsbygdsprogrammet 2007–2013 var placerade där de gjorde mest nytta samt om de skyddszoner som anlagts inom landsbygdsprogrammet 2014–2020 är effektivt placerade.

a) Exempel på hur skyddszoner är och har varit placerade i ett avrinningsområde. Gamla skyddszoner är skyddszoner anlagda inom landsbygdsprogrammet 2007–2013 där åtagandet är avslutat och skyddszonen inte finns kvar. Kvarvarande skyddszoner är skyddszoner anlagda inom landsbygdsprogrammet 2007–2013 där åtagandet är förnyat eller inte är avslutat. Nya skyddszoner är skyddszoner anlagda inom landsbygdsprogrammet 2014–2020.

b) Exempel på hur områden kommer att delas in utifrån om de bedömts ha låg, medel eller hög erosionsrisk.

2.8 Avgränsningar

Aspekter som berör hur skyddszoner förhindrar att gödsel- och växtskyddsmedel når vattendrag vid spridning kommer inte att utvärderas i arbetet. Minskning av mängden näringsämnen eller växtskyddsmedel som når vattendragen med erosion på grund av skyddszonerna kvantifieras inte.

Eftersom det inte varit möjligt att söka ersättning för skyddszoner över hela landet under någon av programperioderna ingår enbart de län där det varit möjligt att söka ersättning under någon av programperioderna i analysen. Utvärderingen inkluderar Uppsala, Stockholms, Södermanlands, Västmanlands, Örebro, Värmlands, Östergötlands, Västra Götalands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar, Hallands, Gotlands, Blekinge och Skåne län.

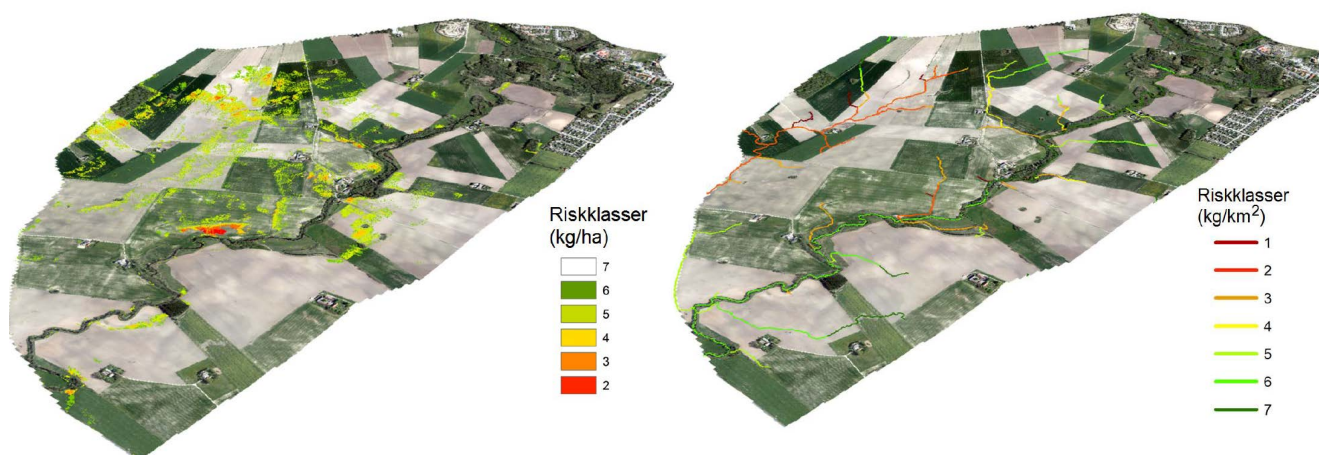
3 Underlag för analysen

3.1 Erosionsriskkartorna består av två delar

Djodjic och Markensten (2018; se bilaga 1) har genom en modifierad version av modellen Unit Stream Power Erosion Deposition (USPED; Mitasova et al., 2001) beräknat risken för erosion (för mer information om USPED modellen, se fakta-ruta 1). Utifrån dessa resultat har erosionsriskkartor för området från Dalälvens avrinningsområde och söderut tagits fram. I det området finns mer än 90 procent av Sveriges åkermark som således täcks av kartorna.

Erosionsriskkartorna består av två kartor. Den första kartan visar var i landskapet som jordpartiklar riskerar att frigöras på grund av ytavrinning (figur 4a). Kartan visar hur stor mängd jordpartiklar (i kg/ha) som riskerar att frigöras och den delas in i 7 riskklasser. Den lägsta erosionsklassen (klass 7) har gjorts transparent för att bättre visa de övriga klasserna.

Den andra kartan visar vilka vägar ytavrinningen tar i landskapet och hur mycket material som beräknas transporteras där i ton/km² (figur 4b). Även här har mängden material som beräknas transporteras delats in i 7 riskklasser.



Figur 4: Exempel på de två erosionsriskkartorna som USPED modellen (Mitasova et al., 2001) genererar där

a) visar var i landskapet som jordpartiklar riskerar att frigöras på grund av ytavrinning samt hur stor mängd jordpartiklar (i kg/ha) som riskerar att frigöras. Det delas in i 7 riskklasser. Den lägsta erosionsklassen (klass 7) har gjorts transparent för att bättre visualisera de övriga klasserna.

b) visar vilka vägar ytavrinningen tar i landskapet och hur mycket material som beräknas transporteras där i ton/km² (figur 4b). Även här har mängden material som beräknas transporteras delats in i 7 riskklasser.

USPED modellen

I USPED modellen beräknas den rumsliga fördelningen av ytvavrinning beroende av landskapets form samt jordens *permeabilitet* och *erosionskänslighet*. Landskapets form påverkar hur det ytvavrinnande vattnet kommer att röra sig i landskapet. Markens permeabilitet är ett mått på det ytvavrinnande vattnets förmåga att tränga in i marken och jordartens erosionskänslighet beror av hur lätt partiklarna kan frigöras från marken och hur långt de transporteras med ytvavrinnande vatten. För att beskriva landskapets form utgår modellen från lantmäteriets höjddata (Lantmäteriet 2014) som har 2*2 meters upplösning. Det innebär att för varje cell i höjddatat (det vill säga rutan om 2*2 m) beräknades i vilken riktning ytvavrinningen kommer att ta. Genom information om jordart och marktäcke beräknas om markpartiklarna kommer att frigöras, det vill säga *erodera*, samt var partiklarna kan komma att avsättas, det vill säga *deponeras*, i landskapet.

Modellen utgår från följande ekvation, som beräknas för varje 2*2 meters cell. I tabell 2 presenteras de ingående variablerna samt vilket data som använts i modelleringen:

$$ED = R * LS * K * C * (1 \pm 1 * ProfCurv) * (1 \pm 1 * TanCurv) * 4$$

där

$$LS = (A / 22,13)^{1,6} * (\sin b)^{(1+p)}$$

Tabell 2: Variabler, variabelns egenskap, enhet samt vilket data som använts i modelleringen av erosionsriskkartorna.

Variabel	Egenskap	Enhet	Data som använts	Källa
R	Nederbördens och avrinningens effekt på erosion	mm	PLC6	Ejhed et al., 2016
A	Slutningens area	(m ²)	Lantmäteriets höjddata	Lantmäteriet, 2014
b	Slutningens vinkel		Lantmäteriets höjddata	Lantmäteriet, 2014
p	Jordens permeabilitet		Åkermark: digitala åkermarkskartan Övrig mark: SGU:s jordartskarta	Söderström & Piiki, 2016 SGU
K	Jordartens erosionskänslighet	(t/ha)	Åkermark: digitala åkermarkskartan Övrig mark: SGU:s jordartskarta	Söderström och Piiki, 2016 SGU
C	Effekten av vegetationstäcket		PLC 6	Ejhed et al., 2016

Beroende av landskapets form, det vill säga om markens lutning är konkav eller konvex (ProfCurv och TanCurv), påverkas också beräkningen av om det kommer att uppstå erosion eller deposition av material inom respektive 2*2 meters cell.

Vid framtagandet av kartan har ett så kallat "worst case" scenario använts. Detta innebär att modellen i beräkningarna utgår ifrån de förhållanden där det

är störst risk för att erosion uppstår. I modelleringen utgår man från att februari till och med april är den mest känsliga perioden för erosion. Marken saknar då gröda och snösmältning och vårfloöden utgör en hög risk för erosion. Figur 5 visar ett exempel på hur dessa förhållanden kan se ut.



Figur 5: Exempel på det worst case scenario som använts för analyserna. På bilden syns höga vattenflöden och bar mark har orsakat ytvavrinning samt att vatten blivit stående på fältet. På bilden syns även att vattnet är grumligt på grund av att markpartiklar transporterats till närliggande dike. (Foto: Anuschka)

3.2 Skyddszonernas placering i landsbygdsprogrammen

För att analysera vilka skyddszoner som anlagts, tagits bort eller finns kvar användes information om i vilka block det beviljats ersättning för skyddszoner under 2011 respektive 2017. År 2011 representerar landsbygdsprogrammet 2007–2013 och år 2017 landsbygdsprogrammet 2014–2020. Skälet till att välja år 2011 som modell-år för landsbygdsprogrammet 2007–2013 är att det är samma år som utvärderingen som Smith et al. (2017) genomfördes vilket underlättar jämförelser. Programmet hade dessutom varit igång under några år sedan det startade. År 2017 valdes som modell-år för landsbygdsprogrammet 2014–2020 för att det var det senaste tillgängliga året när analysen genomfördes. Programmet hade då varit igång under några år och det bör vara möjligt att börja se förändringarna av det nya programmet.

Det går dock inte alltid att få en perfekt matchning för områden med ersättning för skyddszoner i de två programperioderna. Detta eftersom blockkartan ständigt justeras och blocken kan ha fått ändrad utbredning och klassats som ett nytt block trots att det ligger på samma plats. Block kan också ha delats eller slagits samman. I dessa fall har istället mittpunkten för dessa block matchats mot blockkartan för året som representerar den andra programperioden, dvs. år 2017.

Det är därför inte möjligt att jämföra antal block med skyddszon i programperioderna. Dock finns information om storleken på skiftet inom vilket skyddszonen är placerad. Utifrån detta är det därför möjligt att analysera skyddszonerna utifrån arealen skyddszon inom respektive erosionsriskklass.

4 Analys

4.1 Erosionsriskkartorna jämförs med lantbrukarnas erfarenheter

För att bedöma hur väl erosionsriskkartorna stämmer överens med observerade risker i fält gjordes jämförelser med några lantbrukares egna observationer. Denna jämförelse gjordes hos sex lantbrukare inom Vegeåns och Rönneåns avrinningsområde i norra Skåne som tillsammans brukar ca 1 500 ha.

Jämförelsen gjordes genom att en rådgivare från Jordbruksverkets rådgivningsenhet besökte lantbrukarna. Lantbrukarna fick på en karta peka ut och beskriva de områden där de upplevt problem med ytavrinning, erosion eller stående vatten/översvämning vilket dokumenterades av rådgivaren. Efteråt visade rådgivaren erosionsriskkartor över samma område och de diskuterade hur dessa överensstämde med lantbrukarens erfarenheter. Rådgivarens allmänna uppfattning efter samtliga besök var att erosionsriskkartorna stämmer mycket väl överens med de problem lantbrukarna tar upp.

För att jämföra erosionsriskkartan med lantbrukarens egna observationer mättes den sträcka lantbrukaren pekade ut. Eftersom det är svårare att kvantifiera var partiklarna frigörs utgick jämförelsen utifrån ytavrinningens flödesvägar och hur mycket material som beräknas transporteras däri. I de fall det fanns erosionsrisk mättes denna sträcka på erosionsriskkartan inom blockets gräns eller där det fanns en förändring i klassningen av erosionsriken.

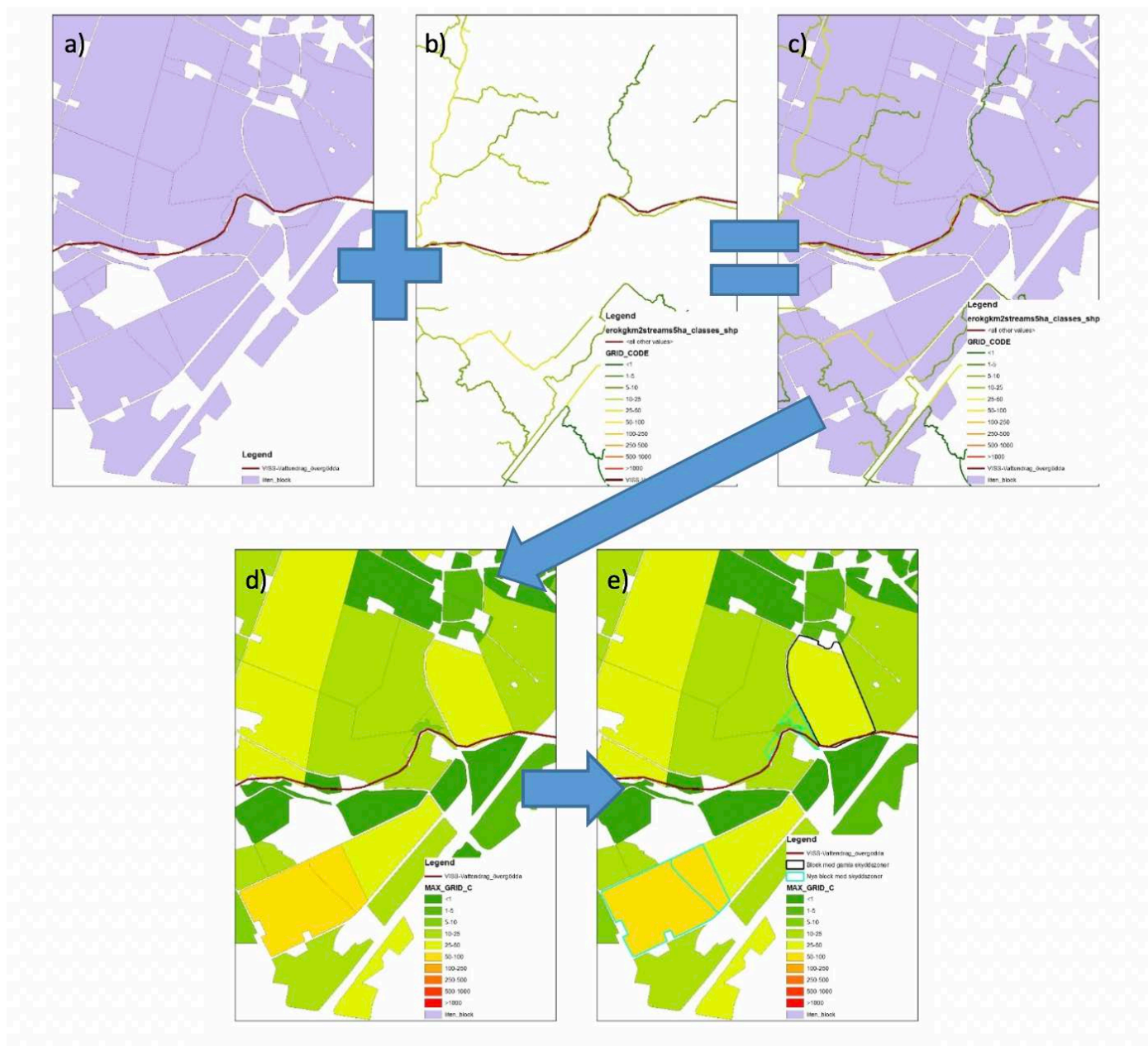
4.2 Skyddszonernas placering jämförs med erosionsrisken

Utvärderingen utgår från antagandet att syftet med skyddszonerna är att minska mängden material som transporteras med det ytavrinnande vattnet till vattenområden. Den analys som genomförs utgår därför enbart från den del av erosionsriskkartan som visar flödeslinjerna för det ytavrinnande vattnet samt mängden partiklar som transporteras däri. Varje enskilt block graderades sedan utifrån den högsta erosionsrisken som flödeslinjerna för ytavrinningen uppvisar i blocket. Detta skedde genom följande databearbetning:

1. Ett skikt med blockdatabasen, det vill säga där alla jordbrukarblock finns markerade, (figur 6a) slås samman med den erosionsriskkarta som visar ytavrinningens flödesvägar (figur 6b). Detta ger en karta med var de modellerade transportvägarna för eroderat material finns inom blocken (figur 6c).

2. Enskilt block graderas utifrån den högsta erosionsrisken som finns i blocket (figur 6d). I analysen används 7 olika erosionsriskklasser.
3. I nästa steg läggs information från de block som haft skyddszoner år 2011 respektive 2017 in (figur 6e).

Resultatet summerades och analyserades för de län där det varit möjligt att söka ersättning för skyddszoner under någon av programperioderna. Information om erosionsrisken i länen presenteras som andel block i respektive riskklass, eftersom inte hela blockets areal representerar en viss riskklass. Resultaten av skyddszonerna presenteras i areal skyddszon, eftersom blockens utbredning i vissa fall ändrats mellan åren, och samma skyddszon kan betraktas som en eller två beroende på om blocket delats eller slagits samman mellan programperioderna. Hela arealen skyddszon klassas dock med den högsta erosionsrisken som finns i blocket.



Figur 6: De olika stegen analysen där

a) blocken inom området kommer att slås samman med

b) de modellerade transportvägarna för eroderat material som finns i erosionsriskkartan.

c) Resultatet av sammanslagningen av figur 6a och 6b ger information var de beräknade flödesvägarna för ytavrinning ligger inom blocken samt hur stor erosionsrisken är. Erosionsrisken beskrivs i en skala från grönt till rött där grön färg visar låg, gul färg visar medel och röd färg visar hög erosionsrisk.

d) Respektive block graderas sedan utifrån det högsta värdet för erosionsrisken. Även här beskrivs erosionsrisken i en skala från grönt till rött.

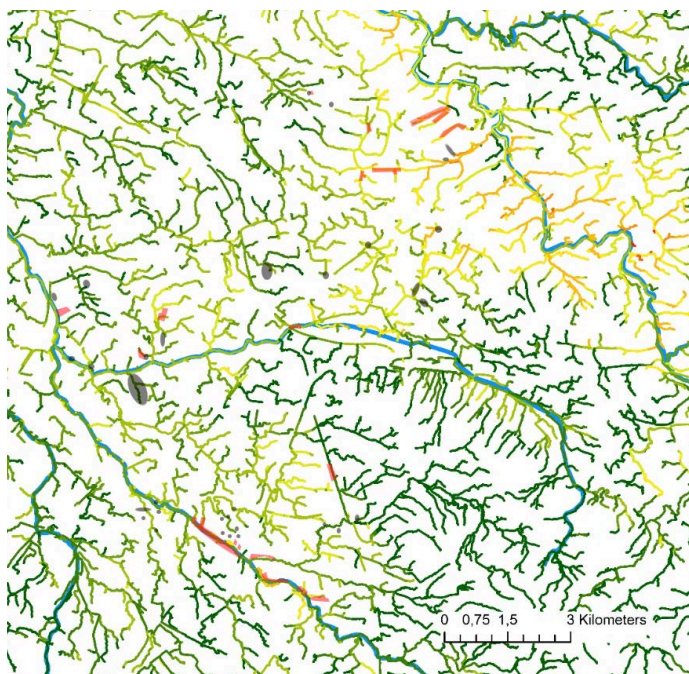
e) Information om skyddszonernas placering inkluderas. Block inringade i blått visar block med skyddszoner år 2017 och block inringade i svart skyddszoner år 2011 som har tagits bort. Röd linje visar ett vattendrag.

5 Resultat

5.1 Erosionsriskkartorna och lantbrukarnas erfarenheter

Erosionsriskkartan jämfördes med de sex lantbrukares erfarenheter var de upplevt problem med erosion och ytavrinning. Utifrån de områden som pekats ut pekade ut var det ca 10 procent av den sträckan där det inte fanns någon erosionsrisk enligt erosionsriskkartan. I inget av de områden som lantbrukaren pekade ut fanns erosionsrisk i klasserna 6 och 7. I 90 procent av de utpekade områdena fanns erosionsrisk i klasserna 5 till 1. I det fortsatta arbetet används därför riskklass 1–5 som en indikation för högre erosionsrisk. I figur 7 visas en översikt av de områden där lantbrukarna pekade ut att de upplevt problem med erosion.

Erosionsriskkartan har sedan tidigare jämförts med spår av erosion och ytavrinning som observerats i fält (Djodjic and Villa, 2015), och med lantbrukarnas egna observationer av ytavrinning och erosion (Djodjic and Elmquist, 2016). Resultaten av dessa jämförelser visade att modellen identifierade 72–96 procent av alla i fält observerade problemområden (Djodjic och Villa, 2015) respektive 85 procent av lantbrukarna identifierade problemområden (Djodjic and Elmquist 2016).



Figur 7: Erosionsriskkarta för ett område inom Vegeåns avrinningsområde som används för utvärdering av erosionsriskkartans tillförlitlighet. Sex lantbrukare fick peka ut de områden där de upplevt problem med erosion eller stående vatten. De rödmarkerade områdena är de områden som lantbrukarna pekade ut där man har problem med erosion och ytavrinning. De gråmarkerade områdena är områden som lantbrukarna har pekade ut med andra problem relaterade till erosion och ytavrinning, exempelvis att det brukar bli vatten stående där. De blå linjerna visar vattendrag i området.

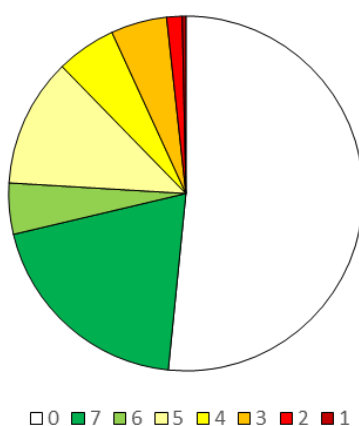
5.2 Skyddszonernas placering jämfört med erosionsrisken

5.2.1 Länen delas in utifrån andel block med hög erosionsrisk

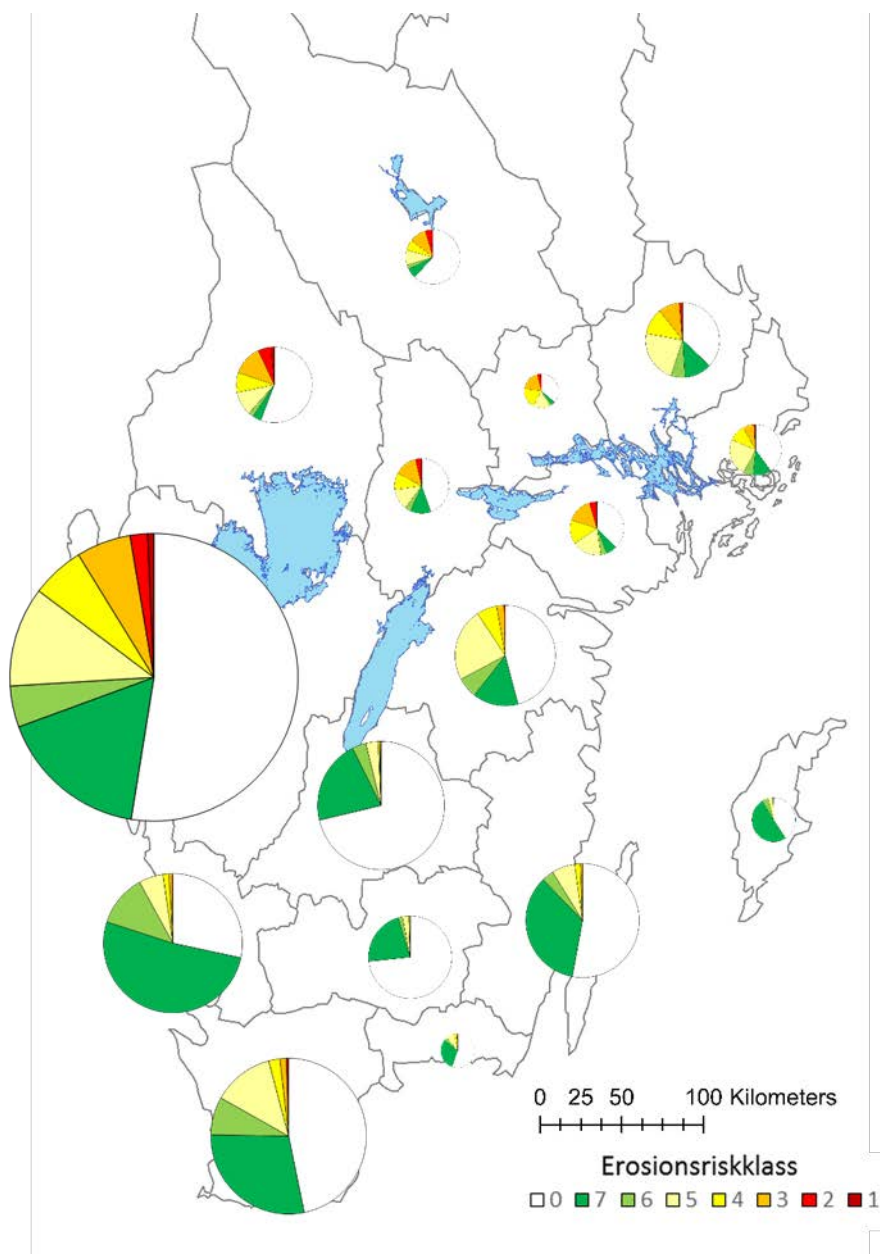
Fördelningen av erosionsrisk i länen beräknades utifrån antal block som finns i länen. Blocken har graderats med den högsta erosionsriskklassen som finns i blocken (se avsnitt 4.2 Skyddszonernas placering jämförs med erosionsrisken). I figur 8 visas den totala fördelningen utifrån högsta erosionsriskklassen för samtliga block i de undersökta länen för 2017 och i figur 9 motsvarande värde för fördelningen av erosionsriskklasser i länen.

Som visades i utvärderingen av erosionsriskkartan är det främst i erosionsriskklasserna 1 till 5 som lantbrukaren upplevt problem med erosion (se avsnitt 4.1 Erosionsriskkartorna jämförs med lantbrukarnas erfarenheter). I hela det undersökta området har i medeltal 24 procent av alla block graderats med dessa riskklasser. I Uppsala, Stockholms, Södermanlands, Västmanlands, Örebro, Värmlands, Östergötlands och Västra Götalands län har mer än 25 procent av blocken graderats med den högsta erosionsrisken inom klasserna 5 och 1.

I Jönköpings, Kronobergs, Kalmar, Hallands, Gotlands, Blekinge och Skåne län har mindre än 25 procent av blocken graderats med den högsta erosionsrisken inom klasserna 5 och 1. Gränsdragningen har i den fortsatta analysen använts för att identifiera län som har mer eller mindre än 25 procent av blocken graderade med den högsta erosionsrisken inom klasserna 5 och 1. Dessa kommer fortsättningsvis att benämnas som län med större eller mindre andel av blocken med påtaglig erosionsrisk.



Figur 8: Fördelningen av erosionsrisk utifrån det totala antalet block som graderats med högsta erosionsriskklassen som finns i blocken. I analysen har samtliga block i Uppsala, Stockholms, Södermanlands, Västmanlands, Örebro, Värmlands, Östergötlands, Västra Götalands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar, Hallands, Gotlands, Blekinge och Skåne län ingått. I klassen 0 finns ingen erosionsrisk, erosionsrisken delas in i en skala från klass 7 till 1 och en färgskala från grönt till rött.



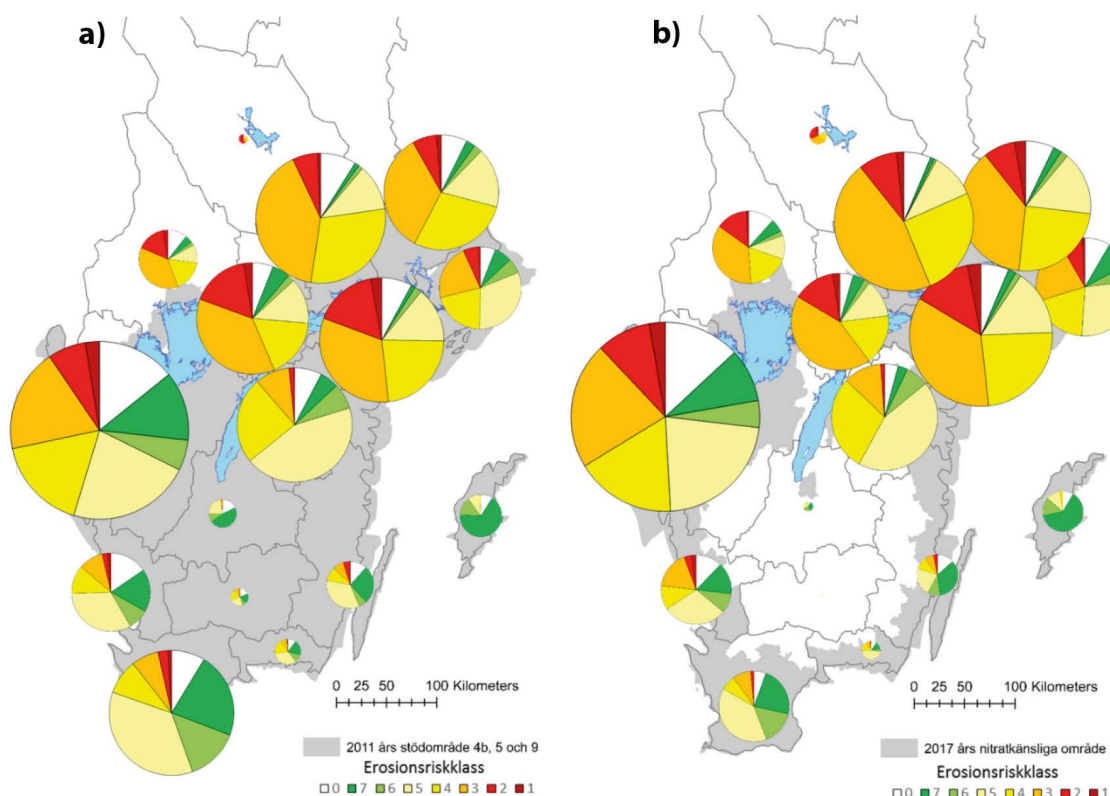
Figur 9: Fördelningen av erosionsrisk utifrån antalet block som graderats med högsta erosionsriskklassen som finns i blocken i respektive län. I analysen ingår Uppsala, Stockholms, Södermanlands, Västmanlands, Örebro, Värmlands, Östergötlands, Västra Götalands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar, Hallands, Gotlands, Blekinge och Skåne län. Storleken på cirkeldiagrammen visar antalet block i länet. I klassen 0 finns ingen erosionsrisk, erosionsrisken delas in i en skala från klass 7 till 1 och en färgskala från grönt till rött.

5.2.2 Fler skyddszoner i län där större andel av blocken har hög erosionsrisk

Under 2011 fanns det en skyddszon i 2,5 procent av blocken, medan motsvarande andel var 2,1 procent 2017. Totalt har antalet skyddszoner minskat från 25 097 år 2011 till 22 688 år 2017. Dock är det endast små minskningar av arealen skyddszoner, då det 2011 fanns 11 976 ha skyddszoner, och år 2017 fanns det 11 945 ha skyddszoner. Under båda åren sticker Västmanlands län ut, där det fanns en skyddszon i mer än 11 procent av blocken.

Eftersom blockens utbredning i vissa fall ändrats mellan åren, kan samma skyddszon betraktas som en eller två beroende på om blocket delats eller slagits samman mellan programperioderna. Hela arealen skyddszon klassas dock med den högsta erosionsrisken som finns i blocket och skyddszonen kan förväntas minska risken för att jordpartiklarna ska nå vattenområdet.

Tidigare analyser visade att länen kunde delas in utifrån om mer eller mindre än 25 procent av blocken graderats med den högsta erosionsrisken (se avsnitt 5.2.1 Länen delas in utifrån andel blocken med hög erosionsrisk). Andelen av arealen skyddszoner under 2011 som låg i län med större andel av blocken med påtaglig erosionsrisk var 4,3 procent. Under 2017 var fortfarande andelen areal skyddszoner 4,3 procent i de i dessa län. Motsvarande värden för län med mindre andel av blocken med påtaglig erosionsrisk var under 2011 1,2 procent men hade minskat till 0,7 procent till 2017. Under 2011 var i samtliga av de undersökta länen, med undantag för Gotlands och Jönköpings län, en majoritet av arealen skyddszoner placerade i block graderade med den högsta erosionsrisken i klasserna 5 till 1. Under 2017 syns även en förändring i där fler skyddszoner finns i block graderade med den högsta erosionsrisken i klasserna 5 till 1. I figur 10 visas därför fördelningen av areal skyddszoner mellan länen, samt i vilken riskklass blockets högsta erosionsrisk finns.



Figur 10: Storleken på cirkeldiagrammen motsvarar areal av skyddszoner i respektive län samt var de är placerade i förhållande till erosionsrisken. Hela arealen skyddszon klassas utifrån den högsta erosionsrisken som finns i blocket. I klassen 0 finns ingen erosionsrisk, medan i erosionsrisken delas in i en skala från klass 7 till 1 och en färgskala från grönt till rött. Det gråmarkerade området visar i vilka områden det var möjligt att få ersättning för skyddszoner under respektive period.

Figur a) visar år 2011 (representerar landsbygdsprogrammet 2007–2013), b) visar år 2017 (representerar landsbygdsprogrammet 2014–2020).

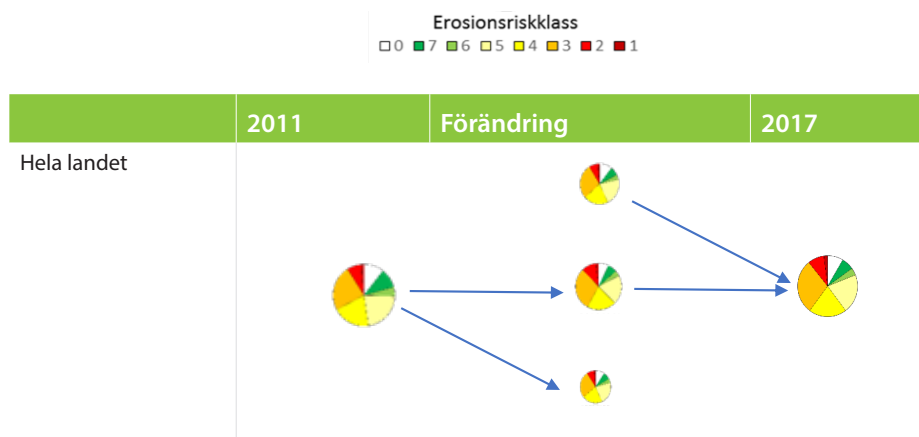
5.2.3 Arealen skyddszoner har ökat mellan programperioderna

Mellan 2011 och 2017, det vill säga mellan de två programperioderna, har det skett en ökning av den totala arealen skyddszoner med ersättning från landsbygdsprogrammen (se tabell 3).

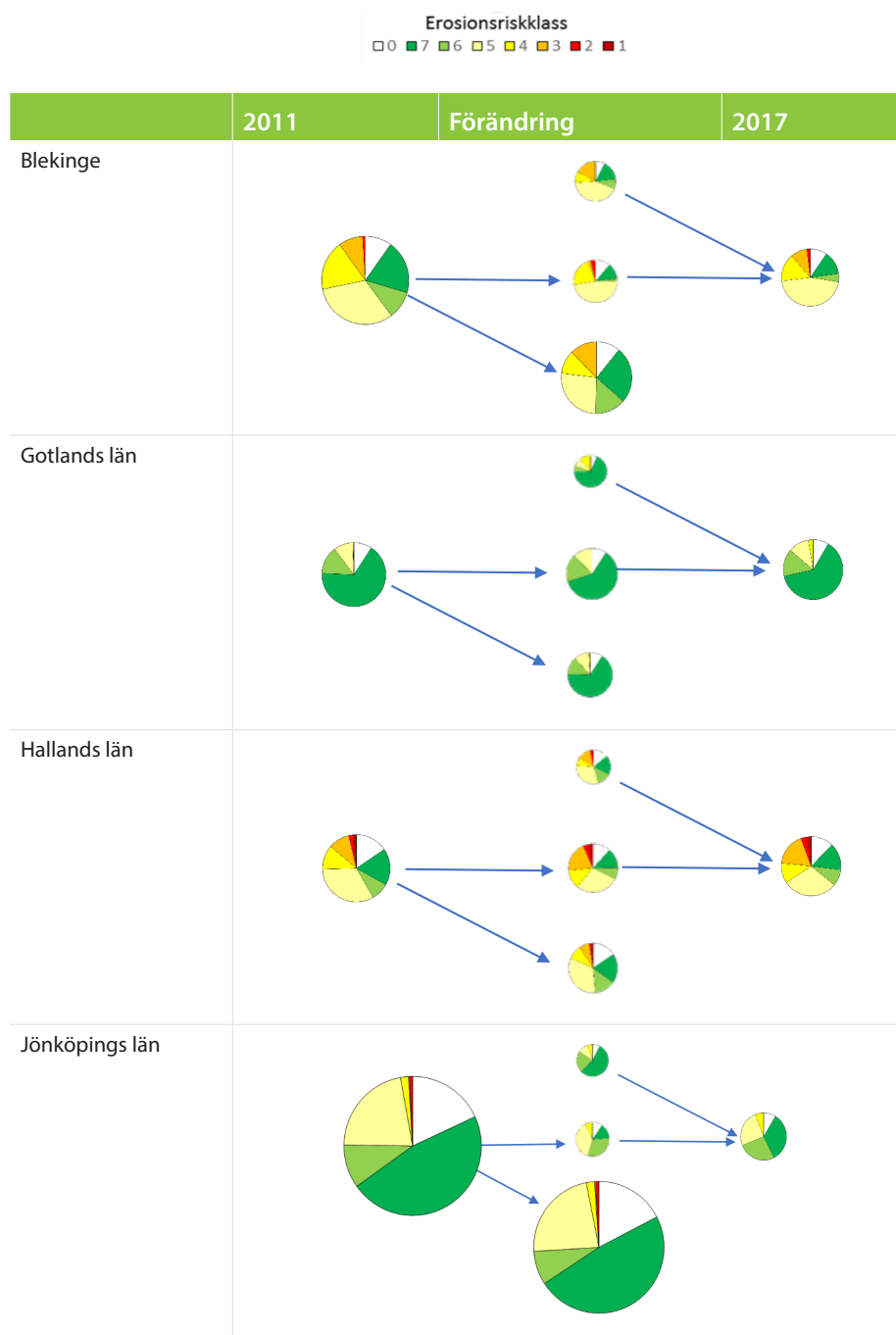
Förändringarna ser olika ut i länen och syns framförallt i de län med minskningar i areal där det är möjligt att söka ersättning för skyddszoner efter att området begränsades till det nitratkänsliga området. (se resultat i tabell 4). Dessa län har också en minskning i arealen skyddszoner där ersättning söks från landsbygdsprogrammet. Generellt syns en större minskning i län med mindre andel av blocken med påtaglig erosionsrisk (mindre än 25 procent av blocken graderats med den högst erosionsrisken inom klasserna 5 och 1).

För de län med större andel av blocken med påtaglig erosionsrisk (mer än 25 procent av blocken graderats med den högst erosionsrisken inom klasserna 5 och 1) syns en generell ökning av arean skyddszoner. I samtliga av dessa län är majoriteten av skyddszonerna som tillkommit placerade i block där den högsta erosionsrisken ligger i klass 5 till 1.

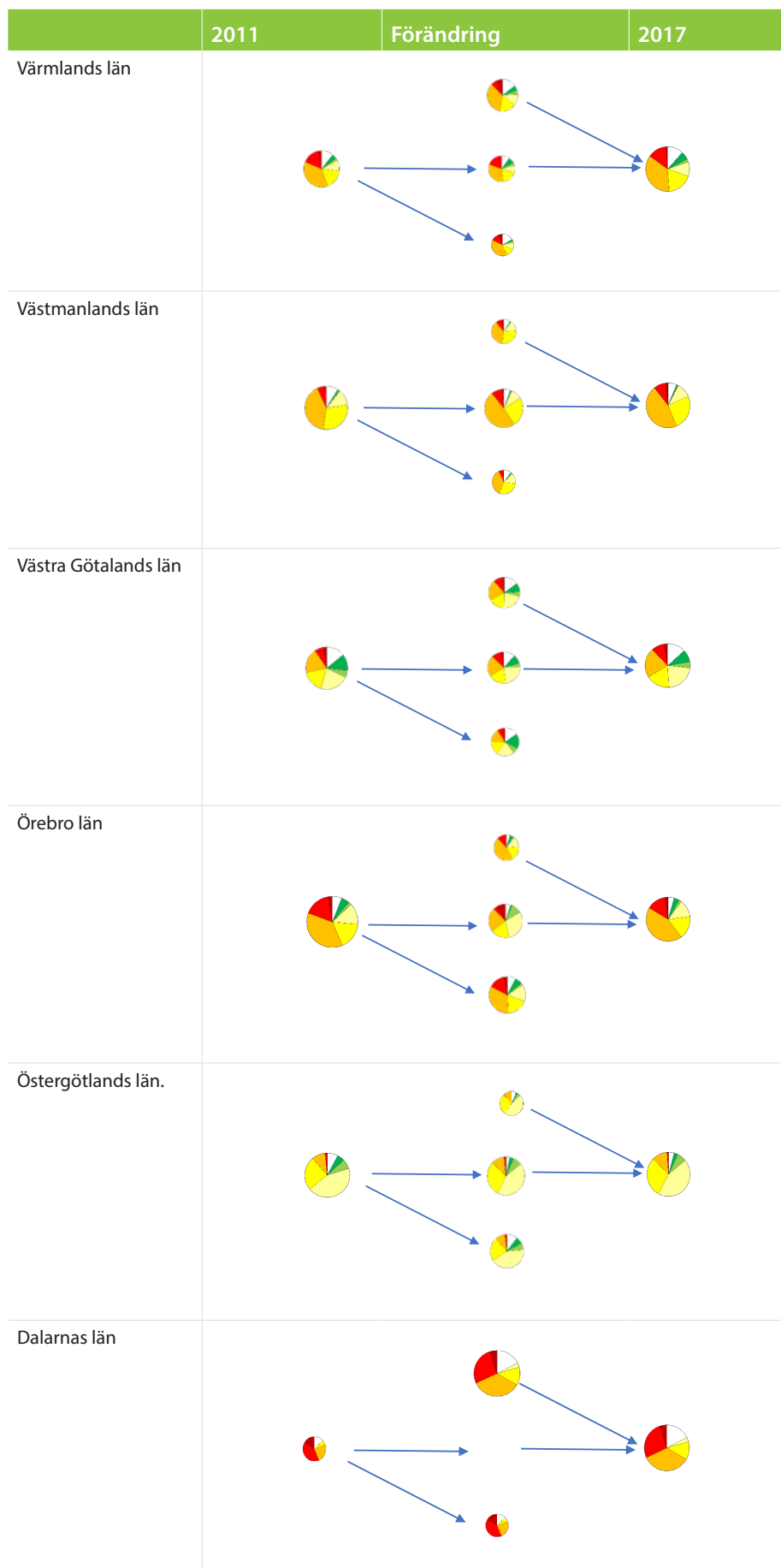
Tabell 3. Förändringar i arealen skyddszoner med ersättning från landsbygdsprogrammet mellan 2011 och 2017. Storleken på cirkeldiagrammet visar förändringar i arealen skyddszoner. Erosionsrisken presenteras i en färgskala från grönt till rött (klass 7 till 1) samt ofärgat för de block som saknar erosionsrisk (klass 0). I kolumnen för förändringar finns tre diagram, där den övre visar relativa andelen skyddszoner som tillkommit, den mellersta visar andelen skyddszoner som finns kvar sedan 2011 och den nedre andelen skyddszoner som försvunnit sedan 2011.



Tabell 4. Förändringar i relativa arealen skyddszoner med ersättning från landsbygdsprogrammet mellan 2011 och 2017. Storleken på cirkeldiagrammet visar förändringar i arealen skyddszoner. År 2017 har använts som utgångsår, varför alla cirkeldiagram är lika stora för samtliga län för detta län, med undantag för Kronobergs län, där utgångsåret är 2011 på grund av den lilla areal skyddszoner som fanns 2017 i förhållande till 2011. Erosionsrisken presenteras i en färgskala från grönt till rött (klass 7 till 1) samt ofärgat för de block som saknar erosionsrisk (klass 0). I kolumnen för förändringar finns tre diagram, där den övre visar relativa andelen skyddszoner som tillkommit, den mellersta visar andelen skyddszoner som finns kvar sedan 2011 och den nedre andelen skyddszoner som försvunnit sedan 2011.







5.3 Ökning av anpassade skyddszoner

Antalet anpassade skyddszoner har ökat från 91 stycken år 2011 till 270 år 2017. Detta motsvarar en ökning med 179 block med en anpassade skyddszon, vilket motsvarar 75 ha anpassade skyddszoner. Flödesanalys över förändringar av skyddszoner har inte gått att genomföra på grund av osäkerheten i de anpassade skyddszonernas placering på grund av förändringar i blockkartan. Däremot syns stora variationer mellan länen. I exempelvis Västra Götalands län, Uppsala län och Östergötlands län har det skett en stor ökning av arealen anpassade skyddszoner (se tabell 5). En förklaring till förändringen kan vara att anpassade skyddszoner tidigare var en del av stödet utvald miljö, medan i det nuvarande landsbygdsprogrammet ingår som en miljöersättning för skyddszoner.

Tabell 5. Areal anpassade skyddszoner med ersättning från landsbygdsprogrammet år 2011 respektive 2017

	Areal anpassade skyddszoner 2011 (ha)	Areal anpassade skyddszoner 2017 (ha)
Hallands län	4,5	17,0
Skåne län	33,9	34,9
Stockholms län	33,5	11,6
Södermanlands län	71,9	63,2
Uppsala län	2,1	29,4
Västmanlands län	12,9	16,1
Västra Götalands län	25,2	57,7
Örebro län	20,5	5,6
Östergötlands län	11,5	56,8
Total ökning	216,0	292,3

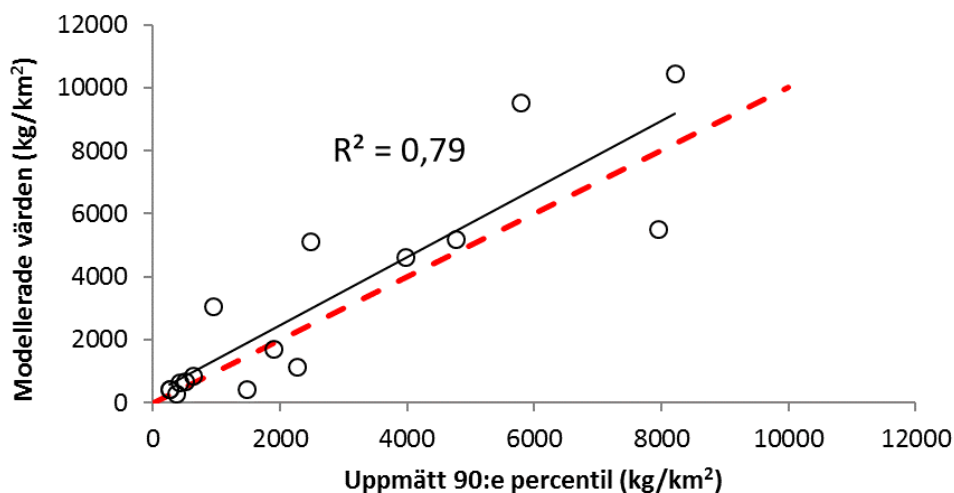
6 Diskussion och slutsatser

6.1 Diskussion

6.1.1 Erosionsriskkartan jämfört med mätningar i avrinningsområden

I samband med framtagandet av erosionsriskkartorna har Djodjic och Markensten (2018; se även bilaga 1) gjort en utvärdering av mängden markpartiklar som frigörs och transporteras med ytvavrinningen, även kallat *suspenderat material*, som modellen beräknar (se bilaga 1). Där jämfördes uppmätta månadstransporter av suspenderat material för 16 mindre jordbruksdominerade avrinningsområden med motsvarande modellerade värden från erosionsriskkartan. Resultaten visade att modellerade värden är högre än uppmätta värden. Det går alltså inte att göra en direkt jämförelse mellan de modellerade värdena i erosionsriskkartan och uppmätta värden i fält eftersom modellen utgår från ett "worst case" scenario som enbart förekommer vissa delar av året.

De modellerade resultaten jämfördes därför istället med värdet för 90:e percentilen av de uppmätta månadstransporterna av suspenderat material för 16 jordbruksdominerade avrinningsområden (Djodjic & Markensten, 2018; se även bilaga 1). Den 90:e percentilen är det mätvärde där 90 procent av mätvärdena är lägre och 10 procent högre och beräknades för mätperioden 2000–2016. Där finns ett linjärt samband ($R^2=79\%$, $p < 0,005$) mellan de modellerade och 90:e percentilen av de uppmätta transporterna. Det indikerar att modellen kan skilja ut områden med låga transporter av suspenderat material. Djodjic och Markensten (2018; se även bilaga 1) uppger att det kan ifrågasättas att använda den 90:e percentilen för verifiering, men med utgångspunkt från ett modellerade "worst case" scenario anses den vara ett bättre jämförelsevärde än till exempel medel- eller medianvärden.



Figur 11: Samband mellan modellerade transportvärden och den 90:e percentilen av uppmätta transporter för 16 avrinningsområden som domineras av jordbruksmark för perioden 2000–2016. Den streckade röda linjen är 1:1 linje. För mer information, se bilaga 1.

6.1.2 Osäkerheter i indata kan ge felaktiga resultat

Erosionsriskkartan med modellerade flödesvägar och riskområden har tidigare visat en god överensstämmelse med observationer som gjorts i fält (Djodjic 2008; Djodjic 2013; Djodjic et. al., 2017; Djodjic & Villa 2015; Djodjic & Spännar, 2012). Det finns dock ett antal situationer där Djodjic och Markensten (2018; se även bilaga 1) observerat att de modellerade resultaten blir felaktiga på grund av brister i indata, framförallt på grund av fel i jordartskartan och i höjddataset. Men information om detta återfinns i bilaga 1.

6.1.3 Erosionsriskkartorna är ett diskussionsunderlag för åtgärder

Erosionsriskkartorna kan utgöra ett diskussionsunderlag för var erosionsrisk kan finnas, men inte ett facit. De två erosionsriskkartorna kan vara underlag för diskussion kring olika motåtgärder för att minska erosion och transport av suspenderat material (Djodjic & Markensten, 2018).

Ett av användningsområdena för riskkartorna är att identifiera områden där erosionen bedöms så låg att motåtgärderna som syftar till att minska erosions- och ytavrinningsförluster inte är kostnadseffektiva. Det är, om man fortfarande anser att man har betydande fosforförluster i sådana områden, bättre att fokusera på andra processer än erosion, framförallt transport av löst fosfor genom markprofilen och alla parametrar och variabler som påverkar det (Djodjic och Markensten, 2018; se även bilaga 1).

6.1.4 Osäkerheter i skyddszonernas placering

Det går inte alltid att få en perfekt matchning för områden med ersättning för skyddszoner i de två programperioderna. Detta eftersom blockkartan ständigt ändras och blocken kan ha fått ändrad utbredning och klassats som ett nytt block, trots att det ligger på samma plats. Block kan också ha delats eller slagits samman. I dessa fall har istället mittpunkten för dessa block matchats mot blockkartan för det året som representerar den andra programperioden. Ändringar som ständigt görs av blocken ger osäkerhet i resultaten. År 2011 fanns det totalt 1 033 123 block och 2017 fanns 1 072 519 block i blockdatabasen.

Det är därför inte möjligt att jämföra antal block med skyddszon i de två programperioderna. Dock finns information om storleken på skiftet vilket skyddszonen är placerad inom. Utifrån detta är det därför möjligt att skyddszonerna analyseras utifrån arealen skyddszoner inom respektive erosionsriskklass.

6.1.5 Förändringar i arealen skyddszoner kan bero av nitratkänsliga områden

Resultaten visar att i de län där arealen för var man kan söka skyddszoner har minskat, har också arealen skyddszoner minskat. Undantagen är Uppsala och Västmanlands län, där arealen man kan söka i har minskat, men arealen skyddszoner ökat. Arealen skyddszoner har ökat i de län där området där man kan söka skyddszoner inte förändrats eller ökat.

6.2 Slutsatser

I landsbygdsprogrammet 2014–2020 har det tillkommit nya skyddszoner – hur effektiva är dessa? Är de placerade i områden med hög risk för erosion?

I länen med större andel av blocken med påtaglig erosionsrisk (mer än 25 procent av blocken graderats med den högst erosionsrisken inom klasserna 5 och 1) har också arealen skyddszoner varit oförändrad eller ökat i landsbygdsprogrammet 2014–2020. I län med mindre andel av blocken med påtaglig erosionsrisk (mindre än 25 procent av blocken graderats med den högst erosionsrisken inom klasserna 5 och 1) har dock arealen skyddszoner varit oförändrad eller minskat.

De skyddszoner som försvunnit sedan landsbygdsprogrammet 2007–2013 – hur var de placerade utifrån ett erosionsperspektiv? Med andra ord, var skyddszonerna som försvann effektiva?

Analysen visar på att den totala arean skyddszoner i Uppsala, Stockholms, Södermanlands, Västmanlands, Örebro, Värmlands, Östergötlands, Västra Götalands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar, Hallands, Gotlands, Blekinge och Skåne län har minskat. Dessa län har mindre andel av blocken med påtaglig erosionsrisk (mindre än 25 procent av blocken graderats med den högst erosionsrisken inom klasserna 5 och 1). En av anledningarna till minskningen kan vara att området där det är möjligt att få stöd för att anlägga och sköta skyddszoner minskat mellan de två programperioderna.

Denna utvärdering kan ge följande delar i svaren på EU-gemensamma utvärderingsfrågor.

I vilken utsträckning har insatserna inom landsbygdsprogrammet bidragit till bättre vattenförvaltning, inbegripet hantering av gödselmedel och växtskyddsmedel?

Det är svårt att kvantitativt bedöma om ersättningar från landsbygdsprogrammet bidragit till att förbättra skyddszonernas placering och genomförandet av vattenrelaterade åtgärder vad gäller hantering av gödselmedel. Med hantering av gödselmedel och växtskyddsmedel avses i denna utvärdering att förhindra att de gödsel- respektive växtskyddsmedel som spridits på fälten inte når vattenområden. Utvärderingen visar däremot att i de län där större andel av blocken med påtaglig erosionsrisk finns (mer än 25 procent av blocken graderats med den högst erosionsrisken inom klasserna 5 och 1) också har oförändrad eller ökad areal skyddszoner.

En minskning, eller ingen förändring, har skett i de län med mindre andel av blocken med påtaglig erosionsrisk (mer än 25 procent av blocken graderats med den högst erosionsrisken inom klasserna 5 och 1).

I vilken utsträckning har insatserna inom landsbygdsprogrammet bidragit till att förhindra jorderosion och förbättra markförvaltning?

Det är svårt att kvantitativt bedöma om skyddszonernas och de anpassade skyddszonernas placering har bidragit till att förhindra jorderosion. Förutom resultatet att de län där en större andel av blocken med påtaglig erosionsrisk finns (mer än 25 procent av blocken graderats med den högst erosionsrisken inom klasserna 5 och 1) också har oförändrad eller ökad areal skyddszoner finns det också fler anpassade skyddszoner i landsbygdsprogrammet 2014–2020.

6.3 Rekommendationer

Djodjic & Markensten (2018; se även bilaga 1) uppger att erosionsriskkartor kan utgöra underlag i diskussioner om var erosionsrisk kan finnas samt om var det är effektivt att anlägga skyddszoner och anpassade skyddszoner. Erosionsriskkartorna kan också identifiera områden med liten erosionsrisk och om det finns betydande fosforförluster i dessa områden bör där fokuseras på åtgärder som ger större effekt än de som riktar sig mot just erosion.

De nitratkänsliga områdena täcker in de områden som har störst problem med växtnäringsförluster och har använts för att begränsa vilka områden det är möjligt att söka stöd för ersättning av skyddszoner i landsbygdsprogrammet 2014–2020. Vid utpekande av de nitratkänsliga områdena tas både hänsyn till bidraget av kväve och fosfor till hav och inlandsvatten. De län som har större andel block med högre erosionsrisk är också de län som till större del täcks av det nitratkänsliga området. Detta indikerar att begränsningen av genom nitratkänsliga områden har hjälpt till att skyddszoner placeras där de län där de gör störst nytta.

Resultat- och värdebaserad ersättning kan bli samhällsekonomiskt mer effektivt än att enbart kompensera lantbrukare utifrån efterlevnad av stöd villkor.

Referenser

- Bång, M., Gustafsson, A., Hjort, J., Ståhlberg, D., Svensson, E., Söderberg, T. (2019) Resultat- och värdebaserade ersättningar för minskad övergödning – är det möjligt? Jordbruksverkets rapport 2018:32
- Djodjic, F. (2013) Anpassad placering av skyddszoner i landskapet för att öka åtgärdens kostnadseffektivitet. Slutrapport.
- Djodjic, F., Villa, A. (2015) Distributed, high-resolution modelling of critical source areas for erosion and phosphorus losses. *AMBIO* 44: 241-251.
- Djodjic, F., Elmquist, H., Collentine, D. (2017) Targeting critical source areas for phosphorus losses: Evaluation with soil testing, farmers' assessment and modelling. *Ambio* 47: 45-56.
- Ejhed, H., E. Widén-Nilsson, J. Tengdelius-Brunell, and J. Hytteborn. 2016. Näringsbelastningen på Östersjön och Västerhavet 2014 – Sveriges underlag till Helcoms sjätte Pollution Load Compilation. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:12.
- Jordbruksverket (2017) Skyddszoner 2017, tillgänglig via <http://www.jordbruksverket.se/download/18.6a35fa601611de908boed163/1516719372432/Milj%C3%B6ers%C3%A4ttning%20skyddszoner%202017.pdf>
- Lantmäteriet. 2014. Produktbeskrivning: GSD-Höjddata, grid 2+ GSD Geografiska Sverige Data: 19.
- Mitasova, H., J. Hofierka, M. Zlocha, and L.R. Iverson. 1996. Modelling topographic potential for erosion and deposition using GIS. *International Journal of Geographical Information Systems* 10: 629–641.
- Smith, H. G., Dänhardt, J., Blombäck, K., Caplat, P., Collentine, D., Grenerstam, E., Hanson, H., Höjgård, S., Jansson, T., Johnsson, H., Lantz, M., Lindström, Å., Nilsson, L., Nordin, M., Olsson, O., Stewart, R., Stjernman, M., Öckinger, E. (2016) Slututvärdering av det svenska landsbygdsprogrammet 2007–2013 – Utvärdering av åtgärder för bättre miljö, Utvärderingsrapport 2016, Jordbruksverket
- Sidemo Holm, W. & Brandy, M. (2016) Skyddszoner i jordbruket – betalt för resultat? Policy Brief Nummer 2016:5, AgriFood economics centre

Bilaga 1 Beräkning av erosionsrisk-kartor för åkermark som underlag för utvärdering av skyddszoners placering

Faruk Djodjic och Hampus Markensten

SLU, Institutionen för vatten och miljö

Bakgrund

I det nuvarande landsbygdsprogrammet är det möjligt att söka ersättning för att anlägga skyddszoner på åkermark, både längs med vattendrag och i fält, så kallade anpassade skyddszoner. Syftet är att minska ytavrinningen från åkermarken till vattendrag och därmed minska förlusten av jordpartiklar och växtnäringsämnen. Även växtskyddsmedel som binds till jordpartiklar kan på så vis minska genom att skyddszonerna fungerar som en barriär mot vattendragen. Det går att söka miljöersättning för skyddszoner om zonerna ligger inom det nitratkänsliga området och om man sköter skyddszonerna enligt de villkor som ställs upp. För skyddszoner längs med vattendrag finns inga krav på vilken typ av åkermark som kan komma ifråga dvs. ingen koppling mellan risk för att ytavrinning och erosion ska uppkomma och beviljande av miljöersättningen. Anpassade skyddszoner däremot, ska ligga på erosionsbenägen mark.

Hittills har främst skyddszoner längs med vattendrag anlagts. Det finns resultat från en tidigare studie som visar att skyddszoner längs vattendrag kan vara placerade där de inte gör någon nytta, alltså där risken för erosion är låg. Den studien visar på vikten av att dels utvärdera effekten av nuvarande skyddszoner, men kanske framförallt öka kunskapen om var skyddszoner behövs i landskapet. I en annan utvärdering konstaterades att om skyddszoner placeras optimalt kan både renings- och kostnadseffektiviteten öka betydligt. Detta på grund av att man behöver en mindre zonareal i ett avrinningsområde då man placerar skyddszonerna optimalt. Det innebär att en mindre areal jordbruksmark behöver tas ur bruk, vilket medför minskade kostnader och ökad kostnadseffektivitet (kr/kg fosfor) för läckagereduktionen i zonerna.

I mars 2017 gav Jordbruksverket SLU uppdraget att modellera erosionsrisk och ta fram erosionsriskkartor. Modelleringen av erosion och framtagning av riskkartor för åkermark omfattar enligt avtalet de tre södra vattendistrikten i Sverige dvs. Norra och Södra Östersjöns vattendistrikt och Västerhavet. Utöver det ska Dalälvens avrinningsområde ingå. För detta ändamål användes en erosionsmodell (Djodjic och Villa 2015) som baserar sig på högupplösta höjddata (Lantmä-

teriet 2014), jordartskartan för åkermark (Söderström och Piikki 2016) kombinerad med jordartskartan för övrig mark samt markanvändningskartan från PLC6 projektet (Ejhed med fl. 2016) med hänsyn tagen till betesmark.

Metodbeskrivning

Erosionsmodellen (modifierad Unit Stream Power Erosion Deposition, USPED) har blivit framgångsrikt testad för identifiering av riskområden för ytavrinning och erosion för ett område i Dalarna (Djodjic och Spännar 2012), fyra avrinningsområden i Sverige (Djodjic and Villa 2015) samt för 15 gårdar som ingår i projektet Odling i balans (Djodjic med fl. 2017). I korthet beräknar USPED rumslig distribution av erosion och deposition vid "steady state" förhållanden av vattenflödet (dvs. ytavrinningen), som kan approximeras som en funktion av uppströms bidragande area. Nettoerosion och deposition är beräknade som divergens av sedimentflöde i flödets riktning med hänsyn tagen till topografisk komplexitet både i flödets/lutningens riktning (längsprofil, profile curvature) och vinkelrätt mot flödets/lutningens riktning (tvärprofil, tangential curvature).

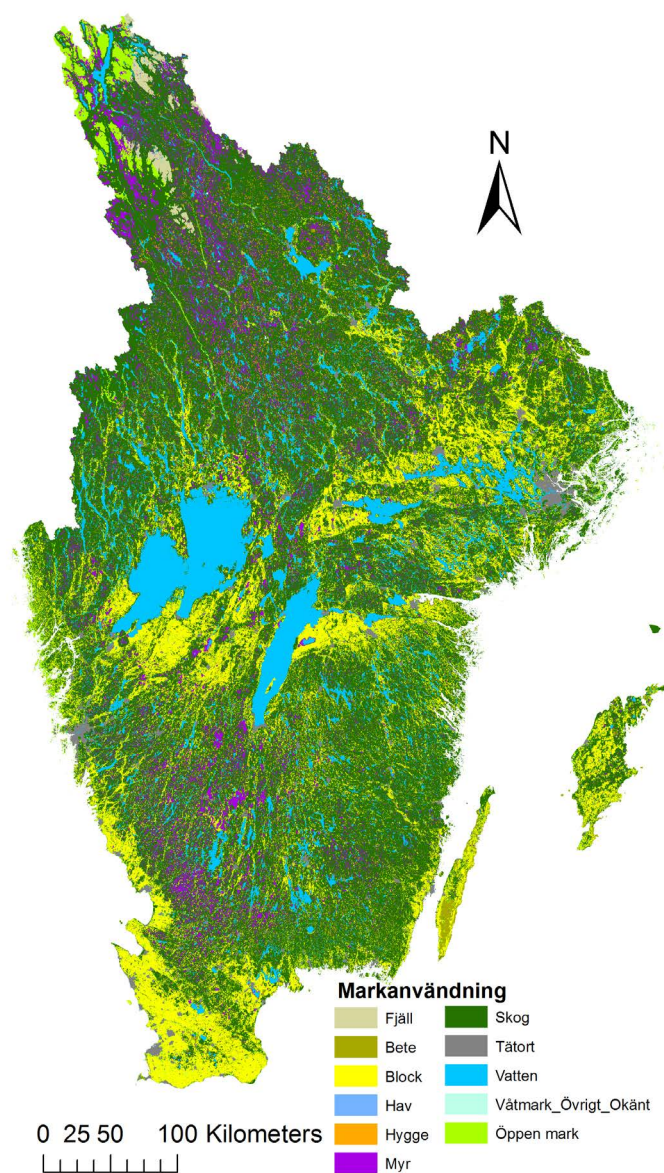
Input data

Som grunddata användes Lantmäteriets höjddata (Lantmäteriet 2014) med 2x2 meters upplösning. Den modellerade delen av Sverige (tre södra vattendistrikten i Sverige, dvs. Norra och Södra Östersjöns vattendistrikt och Västerhavet, samt Dalälvens avrinningsområde) täcker 202 279 km². Den höga upplösningen och den begränsade datorprestandan styrde modelleringen, som gjordes som en iterativ process för sammanlagt 784 avrinningsområden, som i storlek varierade från <1 km² till 709 km². I övrigt används i USPED samma faktorer som i USLE/RUSLE som beskriver nederbördens och avrinningens effekt på erosion (R faktor), jordartens erosionskänslighet (K värde) samt effekten av vegetationstäcket (C värde).

Modellering av erosionsriskkartorna utfördes som en så kallad "worst case scenario". För det första, all åkermark modellerades i princip som barmark. Jordbruksgrödorna skyddar marken från erosionsprocesserna genom sitt vegetationstäck. Vall, som är en av de stora grödorna i Sverige, är ett exempel på en gröda som skyddar marken väl, medan risken för erosion är högre för grödor som under kortare eller längre perioder lämnar markytan oskyddad. Eftersom just riskkartorna var en huvudprodukt, gjordes antagandet att all åkermark ingår i en växtföljd, och att det är den mest känsliga perioden, det vill säga period utan vegetationstäck, som ska beskrivas med riskkartan. I detta syfte användes markanvändningskarta från PLC-6 projektet (Ejhed med fl. 2016) modifierad för att särskilja betesmark, som har ett bättre vegetationstäck och inte ingår i växtföljden, från åkermarken.

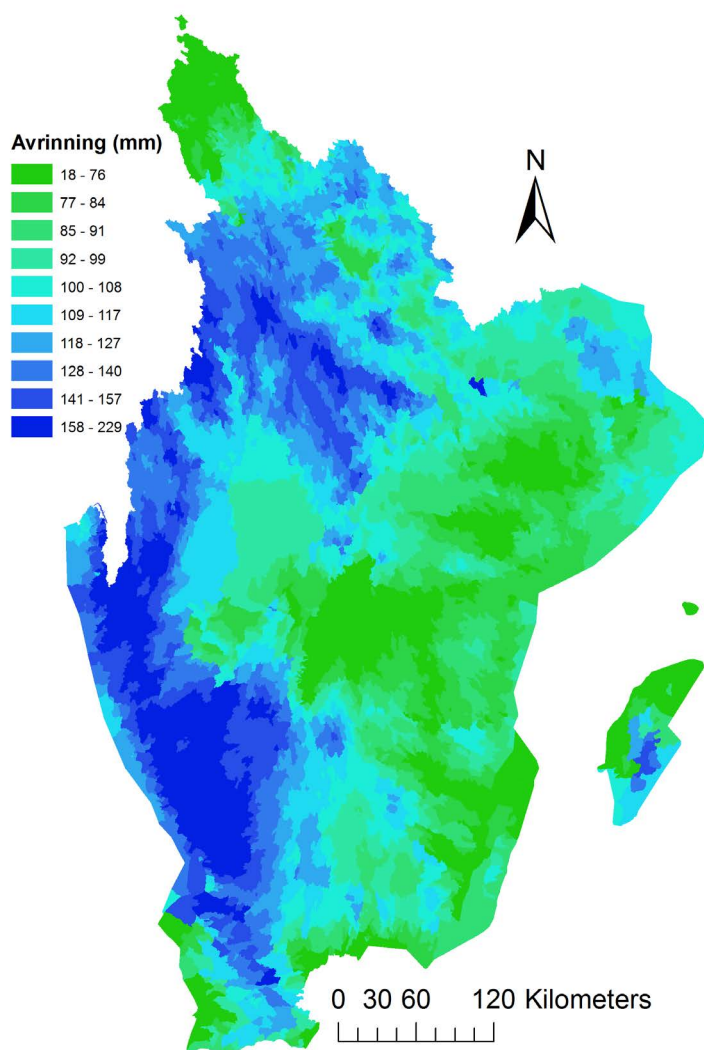
Tabell 1. Värden som beskriver vegetationstäck (C värde) för olika markanvändningskategorier

Markanvändning	C värde
Tätort	0.01
Skog	0.01
Öppen mark	0.02
Fjäll	0.01
Vatten	0.001
Hav	0.001
Myr	0.01
Åkermark block	0.6
Hygge	0.1
Våtmark Övrigt Okänt	0.01
Bete	0.04



Figur 1. Markanvändningskarta

För det andra, antogs att perioden februari till och med april är den mest känsliga perioden för erosion då marken är oskyddad och snösmältningen och vårflödesepisoder utgör en hög risk för erosion. Därför användes summan av flödet under dessa tre månader för att beskriva klimatets påverkan under extrema förhållanden. Från PLC-6 projektet (Ejhed med fl. 2016) hämtades modellerad avrinning för 7587 delavrinningsområden med samma geografiska täckning som de modellerade områden i detta projekt. Månadsmedelvärden representerar 20-årsperioden (1994–2003).



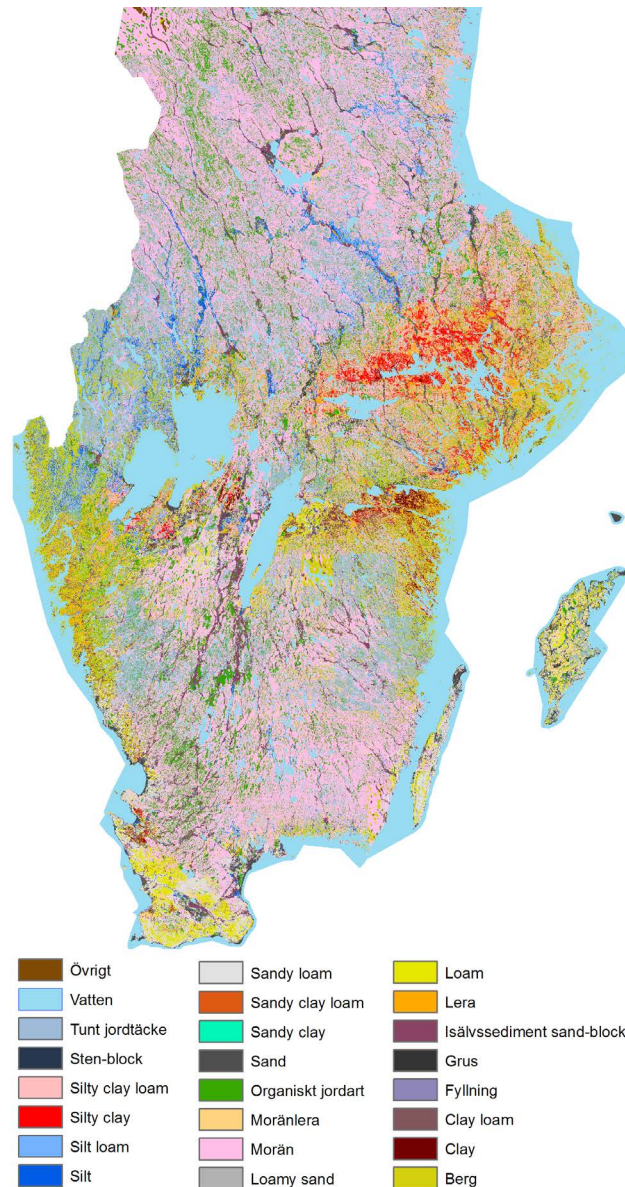
Figur 2. Medelavrinningen i mm för perioden februari–april. Månadsmedelvärdena representerar 20-årsperioden (1994–2003).

Jordartsfördelningen är också en viktig indata till modellen. För att få bästa tillgängliga karta över jordartsfördelningen användes den digitala åkermarkskartan för jordbruksmark (Söderström och Piikki 2016) medan SGU:s jordartskarta användes för övriga markanvändningskategorier som t ex skog, öppen mark med mera. SGU har jordartskartor av olika kvalitet och upplösning i olika delar

av Sverige. I detta projekt användes en jordartskarta från SGU som är en heltäckande jordartskarta med förenklad jordartsindelning där den mest högstupplösta informationen prioriterades utifrån tillgängligt underlag (Djodjic 2015).

Tabell 2. Värden som beskriver jordens erodibilitet (sårbarhet mot erosion, K värde) och permeabilitet (genomsläpplighet, P värde) för olika jordartskategorier

Jordart	Markanvändning	K värde	P värde
SAND	Jordbruksmark	0.04	0.75
LOAMY SAND	Jordbruksmark	0.09	0.65
SANDY LOAM	Jordbruksmark	0.1	0.6
SANDY CLAY LOAM	Jordbruksmark	0.15	0.55
LOAM	Jordbruksmark	0.5	0.35
SILT LOAM	Jordbruksmark	0.82	0.1
SILT	Jordbruksmark	0.9	0.1
SANDY CLAY	Jordbruksmark	0.35	0.45
CLAY LOAM	Jordbruksmark	0.67	0.2
SILTY CLAY LOAM	Jordbruksmark	0.95	0.01
SILTY CLAY	Jordbruksmark	0.82	0.05
CLAY	Jordbruksmark	0.67	0.15
Organisk jordart	Övrigt	0.01	0.75
Lera	Övrigt	0.57	0.25
Grus	Övrigt	0.02	0.75
Sten-block	Övrigt	0.02	0.2
Isälvs sediment, sand-block	Övrigt	0.02	0.75
Moränlera	Övrigt	0.3	0.3
Morän	Övrigt	0.1	0.45
Tunt jordtäck	Övrigt	0.1	0.1
Berg	Övrigt	0.01	0.1
Fyllning	Övrigt	0.02	0.75
Övrigt	Övrigt	0.02	0.75
Vatten	Övrigt	0.001	0.99



Figur 3. Jordartsfördelningen för Sverige söder om Dalälven.

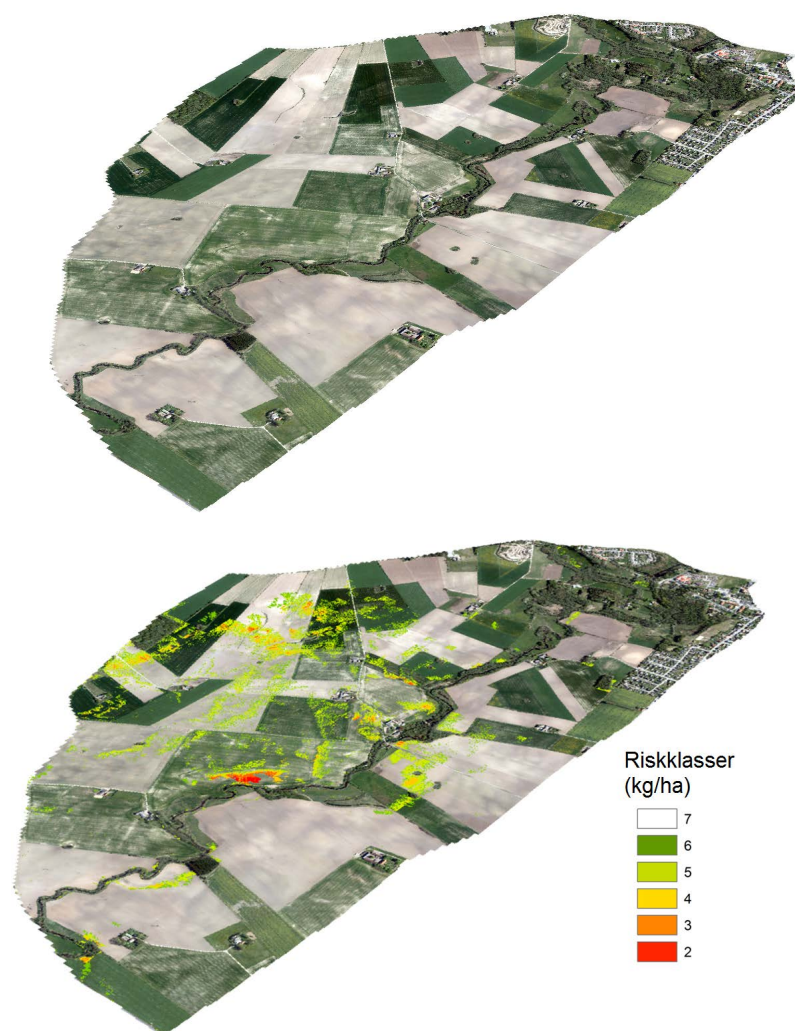
Resultat

Den totala modellerade arean (202 279 km²) och den höga upplösningen (2x2m celler) innebär att modelleringen utfördes för över 50 miljarder celler. Den modellerade arean täcker 90.4 % av Sveriges jordbruksmark. Huvudprodukter från den utförda modelleringen är:

1. Riskkarta över markens sårbarhet för erosion, det vill säga potentialen för mobilisering av jordpartiklar i varje cell, uttryckt i kg/ha. De modellerade kvantitativa värdena av det tillämpade "worst case" scenariot är dock inte tillräckligt testade och validerade, och resultatvärden indelades därför i riskklasser för att illustrera de rumsliga variationerna och visa på de relativa skillnaderna mellan olika delar av fälten. Den lägsta erosionsklassen (klass 7) gjordes transparent för att bättre visualisera de övriga klasserna.

Tabell 3. Riskklasser för mobilisering av jordpartiklar i fält.

Riskklass	Mobilisering i fält kg/ha
7	<5
6	5-10
5	10-50
4	50-100
3	100-250
2	250-500
1	>500

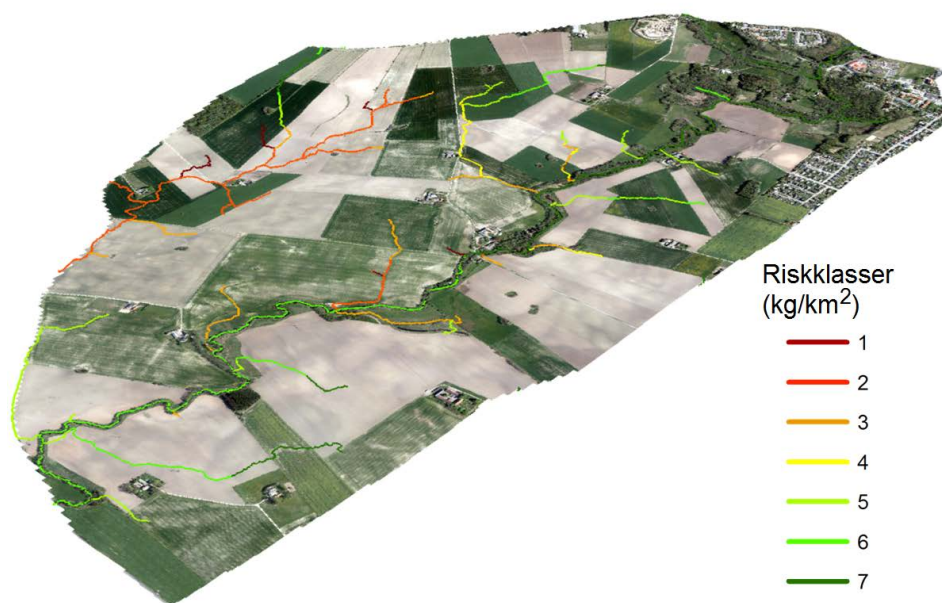


Figur 4. Litet delavrinningsområde i Halland, utan (ovan) och med (nedan) beräknade erosionsriskklasser över mobilisering av markpartiklarna i fält.

2. Riskkarta över hur de mobiliserade jordpartiklarna ackumuleras i landskapet (t/km^2) för alla celler med ett tillrinningsområde större än 5 hektar. Återigen, de modellerade kvantitativa värdena av det tillämpade "worst case" scenariot är inte tillräckligt testade och validerade, och resultatvärden indelades därför i riskklasser för att illustrera rumsliga variationer och visa på relativa skillnader mellan olika delar av fälten.

Tabell 4. Riskklasser för flödesackumulering i landskapet

Riskklass	Flödesackumulerade värden (t/km^2)
7	<0.5
6	0.5-1
5	1.0-5
4	5-10
3	10-25
2	25-50
1	>50

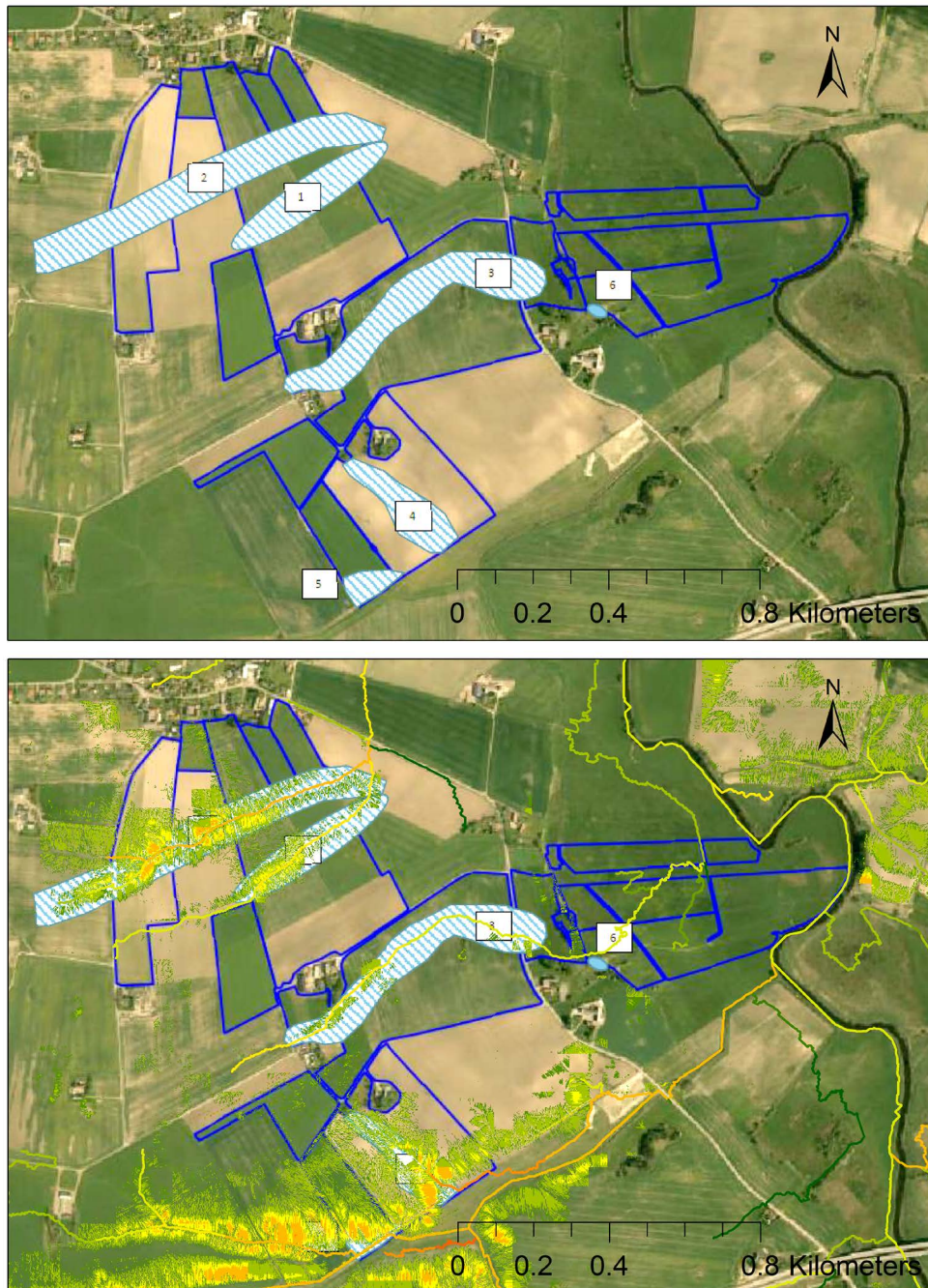


Figur 5. Litet delavrinningsområde i Halland med beräknade erosionsriskklasser över flödes- och materialackumulering i landskapet.

Diskussion kring resultatens användbarhet och tillförlitlighet

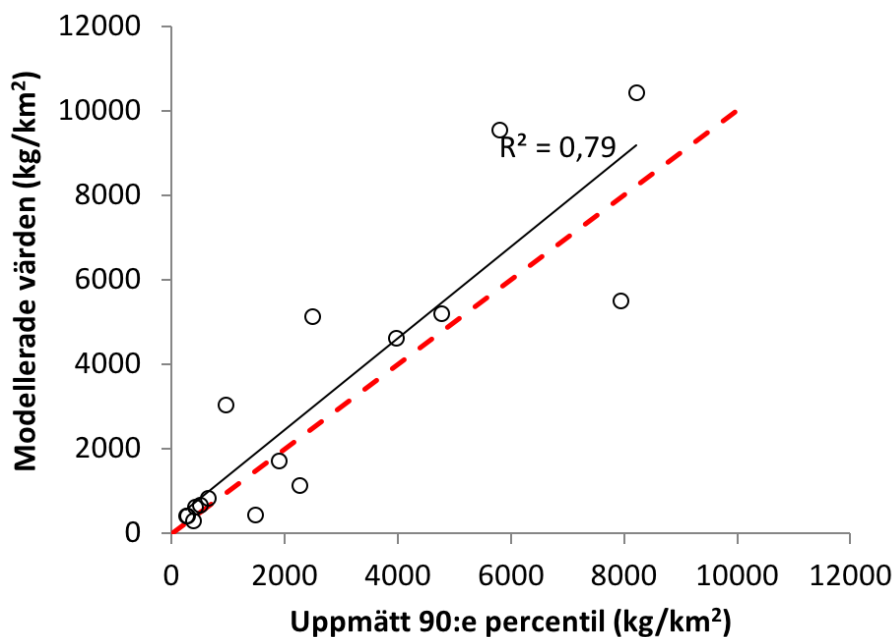
Projektet genomfördes i två faser. I den första fasen modellerades Vegeåns avrinningsområde med omnejd varpå det erhållna resultatet jämfördes med lantbrukarnas egna observationer av ytavrinning och erosion. Det bör betonas att

jämförelsen enbart gällde den rumsliga variationen då inga uppmätta värden av erosion fanns att tillgå samt att modelleringen och lantbrukarens bedömning gjordes helt oberoende av varandra. Ett exempel på denna jämförelse återges i figur 6. Överrensstämningen ansågs tillräcklig god för att gå vidare med modelleringen av de tre södra vattendistrikten och Dalälvens avrinningsområde.



Figur 6. Utvärdering av modellerade resultat utifrån en jämförelse med lantbrukarens egna observationer. Övre bilden: Blå polygoner är de bedömda jordbruksblock som tillhör gården i fråga. Randiga ljusblå-vita områden är av lantbrukaren identifierade riskzoner för ytvavrinning och erosion. Nedre bilden: Riskklasser över erosion i fält samt över flödes- och det mobiliserade materialets ackumulering i landskapet.

Det gjordes även ett försök att utvärdera modellen i kvantitativa termer, det vill säga om de framräknade mängderna av suspenderat material är rimliga. Det måste dock beaktas att vi modellerade ett "worst case" scenario, vilket innebär att jämförelsen rakt av med uppmätta värden är svår: modellerade resultat borde vara betydligt högre än de uppmätta resultaten och snarare betraktas som erosionspotential. Därför jämfördes de modellerade resultaten med 90:e percentilen av de uppmätta månadstransporterna av suspenderat material för 16 mindre, jordbruksdominerade avrinningsområden. Den 90:e percentilen beräknades för mätperioden 2000-2016.



Figur 7. Samband mellan modellerade transportvärden och den 90:e percentilen av uppmätta transporter för 16 små avrinningsområden dominerade av jordbruksmark för perioden 2000–2016. Den streckade röda linjen är 1:1 linje.

Det finns ett starkt samband ($R^2=0.79$, $p < 0.005$) mellan de modellerade och de uppmätta transporterna, vilket indikerar att modellen lyckades skilja områden med låga transporter av suspenderat material från sårbara områden där erosion och transport av suspenderat material, och till det bundna ämnen som fosfor, är mycket högre. Användandet av den 90:e percentilen för att beskriva erosionspotentialen kan förstås ifrågasättas, men med tanke på det modellerade "worst case" scenariot anser vi den vara ett bättre jämförelsevärde än t ex medel- eller medianvärden. Intressant nog, men ändå ganska slumpartat, visade det sig att den beräknade linjära regressionslinjen låg ganska nära 1:1 linje, vilket innebär att det modellerade "worst case" scenariot ligger ganska nära den valda 90:e percentilen (Figur 7).

Det är viktigt att betona att riskkartorna utgör ett diskussionsunderlag och inte ett facit. De två huvudprodukterna kan vara ett underlag för diskussion kring olika motåtgärder för att minska erosion och transport av suspenderat material, och fosfor bunden till partiklarna. Ett av användningsområdena för sådana riskkartor är att identifiera områden där erosion bedöms så låg att motåtgärderna som syftar till att minska erosions- och ytavrinningsförluster är dömda till att förbli ineffektiva och kostsamma. Det är, om man fortfarande anser att man har betydande fosforförluster i sådana områden, bättre att fokusera på andra processer än erosion, framförallt transport av löst fosfor genom markprofilen och alla parametrar och variabler som påverkar det.

Vår hypotes är att riskkartorna över erosion i fält med fördel kan användas som diskussionsunderlag vid planering av åtgärder som syftar till att minska mobiliseringen av jordpartiklar. Exempel på sådana åtgärder är strukturkalkning där framräknade riskkartor skulle kunna användas tillsammans med lerhaltskartan för att prioritera de fält och delar av fält som behöver strukturkalkas. En sådan riskkarta skulle också kunna beaktas vid grödval och växtföljd liksom för anpassning av bearbetningsriktning och behandling av skörderester med mera.

Å andra sidan kan en riskkarta över flödes- och materialackumuleringen i landskapet utgöra ett diskussionsunderlag för motåtgärder som syftar till att förhindra transport av suspenderat material och till det bunden fosfor från fält till dike och vattendrag. Bra exempel på sådana åtgärder är både vanliga och anpassade skyddszoner vars placering kan diskuteras utifrån de modellerade risklinjerna. Detsamma gäller placering och dimensionering av fosfordammar och våtmarker. Vid de flertal okulära bedömningar av framräknade ytavrinnings- och erosionslinjer noterades att de oftast löper över de befintliga dräneringssystemen och ytavrinningsbrunnarna. På ett sätt är också det ett bevis för att modellen lyckas identifiera områden sårbara för ytavrinning eftersom installationer av ytavrinningsbrunnar ofta är behovsstyrda. I detta fall kan skyddszoner kring ytavrinningsbrunnarna vara ett åtgärdsalternativ. I vissa delar av landet (t ex i Uppland) illustrerar flödesackumuleringslinjerna även möjliga flödesvägar som sträcker sig från skogsområden i högre delar av terrängen och därefter flödar över till jordbruksmark. I sådana fall skulle man kunna beakta riskkartorna vid behov av underhåll av så kallade backdiken, diken som avskärmar skogen från jordbruksfält.

Den distribuerade högupplösta modelleringen med avseende på identifieringen av flödesvägar och riskområden har nu i flera områden jämförts med fältobservationer med god överensstämmelse (Djodjic 2008; Djodjic 2013; Djodjic med fl. 2017; Djodjic och Villa 2015; Djodjic och Spännar 2012). Detsamma kan inte påstås för de kvantitativa värdena men resultaten ifrån denna studie (Figur 7) är lovande. Det finns dock ett antal redan observerade fall där de modellerade resultaten blir felaktiga på grund av brister i indata, framförallt fel i jordartskartan och i höjddatasetet.

Den digitala åkermarkskartan (Söderström och Piikki 2016) är ett bra underlag att utgå ifrån för storskaliga modelleringar som denna. Fördelen med denna karta är att eventuella missbedömningar av texturklass oftast blir begränsade till texturmässigt närliggande klasser. Det innebär att medan det finns risk att en loamy sand bedöms som sandy loam, så är risken väldigt liten att den tilldelas texturklass clay eller liknande. Därmed påverkar inte sådana felbedömningar resultaten på ett avgörande sätt, utan för det mesta påverkar det nivåerna för de beräknade kvantitativa transportvärdena. Under arbetets gång noterades dock att till exempel i södra Skåne tilldelades en del av åkerarealen texturklass silt, medan i övrigt dominerande texturklasser är sandy loam och loam. Silt är en ovanlig texturklass i denna del av Sverige och eventuell felaktig bedömning påverkar resultaten av erosionsmodelleringen, med en överskattning av de beräknade transporterna som följd. En del av sådana felaktigheter har redan åtgärdats i åkermarkskartan men den nya versionen av kartan har inte kunnat användas i detta projekt (personlig meddelande från Mats Söderström). Det är värt att notera att liknande missbedömningar i både jordartsdata och i markanvändningskartor påverkar transportmängderna men inte transportvägarna.

Å andra sidan, brister i höjddata kan påverka den rumsliga identifieringen av riskområden. Ett bra exempel på detta är när vägarna går över diken och vattendrag. I detta fall syns vägarna som upphöjda områden över vattendragen då vägtrumorna inte syns i höjddata. Vägen utgör därmed ett flödeshinder och vatten tar oftast en annan väg än den korrekta genom vägtrumman och under vägen (Eveborn och Djodjic 2015). I sådana fall skapas felaktiga flödesackumuleringslinjer och transportvägar som kan löpa även över närliggande åkermark vilket kan resultera i att felaktiga ”riskzoner” skapas där de inte borde vara. Detta är ett problem som bör lösas genom systematisk modifiering av höjddata. För mindre modelleringsområden går sådana fel att rätta till manuellt men i nuläget saknas det storskaliga lösningar för att hantera denna felkälla.

Referenser bilaga

Djodjic, F. 2008. Identifiering av riskområden för fosforförluster i ett jordbruksdominerat avrinningsområde i Dalarna. *Miljövårdsenheten, Länsstyrelsen Dalar-nas län, Rapport 2008:17*.

Djodjic, F. 2013. Anpassad placering av skyddszoner i landskapet för att öka åtgärdens kostnadseffektivitet. Slutrapport.

Djodjic, F. 2015. Jordartsfördelning och växtnäringstillstånd i svensk åkermark - Sammanställning av resultat från Jordbruksverkets nationella jordartskartering. *SLU, Institutionen för vatten och miljö: Rapport 2015:11*.

Djodjic, F., H. Elmquist, and D. Collentine. 2017. Targeting critical source areas for phosphorus losses: Evaluation with soil testing, farmers' assessment and modelling. *Ambio* 47: 45-56.

Djodjic, F., and M. Spännar. 2012. Identification of critical source areas for erosion and phosphorus losses in small agricultural catchment in central Sweden. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B* 2013; *Soil & Plant Science*: 229-240.

Djodjic, F., and A. Villa. 2015. Distributed, high-resolution modelling of critical source areas for erosion and phosphorus losses. *Ambio* 44: 241-251.

Ejhed, H., E. Widén-Nilsson, J. Tengdelius-Brunell, and J. Hytteborn. 2016. Näringsbelastningen på Östersjön och Västerhavet 2014 - Sveriges underlag till Helcoms sjätte Pollution Load Compilation. *Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:12*.

Eveborn, D., and F. Djodjic. 2015. GIS-kartering av miljöskyddsnivå för små avlopp - Ett hjälpmedel vid tillstånds- och tillsynsarbete. *JTI Rapport 2015, Kretslopp & Avfall nr 53*.

Lantmäteriet. 2014. Produktbeskrivning: GSD-Höjddata, grid 2+ *GSD Geografiska Sverige Data*: 19.

Söderström, M., and K. Piikki. 2016. Digitala åkermarkskartan – detaljerad kartering av textur i åkermarkens matjord. *Institutionen för mark och miljö, Precisionsodling och pedometri, Teknisk rapport 37*.

Publicerade utvärderingsrapporter

UTV19:14 *Hur påverkar nivå på miljöersättningar viljan att söka?*

Utvärdering av ersättningsnivåns betydelse för sökande i landsbygdsprogrammet

UTV19:13 *Landsbygdsprogrammet 2014–2018*

Resultat och förväntade effekter

UTV19:12a *EIP-Agri – lärdomar från första åren*

Halvtidsrapport från den löpande lärande utvärderingen av EIP-Agri med fokus på dess införande och upstart

UTV19:12b *Bilagor till EIP-Agri – lärdomar från första åren*

UTV19:11 *Interventionslogiken och effekttänkandet i Leader*

Delrapport 1

UTV19:10 *Utvärdering av investeringsstöd för energi och klimat*

Landsbygdsprogrammets stöd för en koldioxidsnål och klimattålig ekonomi

UTV19:9 *Kvalitativa effekter av investeringsstöd samt stöd som syftar till ökad diversifiering av landsbygdens ekonomi*

UTV19:8 *Utvärdering av djurvälståndersättningar*

UTV19:7 *Utvärdering av stöd till utbyggnad av bredband*

Slutrapport

UTV19:6 *Lagom höga stöd?*

En litteraturstudie om stödeffekter och en kartläggning av stödnivåer i landsbygdsprogrammet 2014–2020

UTV19:5 *Tillämpningen av urvalskriterier i landsbygdsprogrammet 2014–2020*

UTV19:4 *Programmen och pengarna –*

Resultat av stöd till turism inom landsbygdsprogrammet samt inom lokalt ledd utveckling 2018

UTV19:3 *Innovationer i jordbruket och på Sveriges landsbygder*

En sammanställning av Jordbruksverkets innovationsundersökning 2017

UTV19:2 *Investeringsstöd till vattenbruk och beredning och saluföring*

Leder stöden till mer investeringar?

UTV19:1 *Programmen och pengarna –*

Resultat från landsbygdsprogrammet om energieffektivisering, förnybar energi och minskade utsläpp av växthusgaser och ammoniak 2018

UTV18:4 *Hur kan vi utvärdera investeringsstödens effekter på jordbrukets och fiskets påverkan på näringsbalansen i vatten?*

UTV18:3 *Programmen och pengarna – Resultat från landsbygdsprogrammet, havs- och fiskeriprogrammet samt regional- och socialfondsprogrammet 2018*

UTV18:2 *Hållbar utveckling av fiskeområden – hur gick det?*

UTV18:1 *Utvärdering av stöd till utbyggnad av bredband*

UTV17:6 *Löpande lärande utvärdering av Landsbygdsnätverket*

UTV17:5 *What measures should be taken to improve conditions for Swedish Farmland Birds, as reflected in the Farmland Bird Index?*

UTV17:4 *Kvalitetsförändringar i ängs- och betesmarker med och utan miljöersättning*

UTV17:3 *Socioekonomiska effekter av fartygsskrotingar inom svenskt fiske*
Ex-post evaluation of the European Fisheries Fund (2007–2013)
 Slututvärdering av fiskeriprogrammet 2007–2013
 Publicerad av EU-kommissionen

UTV17:2 *Utvärdering av ESI-fondernas genomförande-organisationer i Sverige*

UTV17:1 *Kunskapsöversikt: Om förutsättningarna för utvärdering av resultat och effekter av bredbandsstöd i Sverige*

UTV16:6 *Bra vällersättning och kompensationsstöd*
 Hur kan olika utformningar påverka jordbruket, miljön och samhällsekonomin?

UTV16:5 *Slututvärdering av det svenska landsbygdsprogrammet 2007–2013*
 Delrapport IV: Synteser för en hållbar landsbygdsutveckling
 Utvärdering av programmets samlade effekter

UTV16:4 *Slututvärdering av det svenska landsbygdsprogrammet 2007–2013*
 Delrapport III: Utvärdering av åtgärder för landsbygdsutveckling
 Axel 3: Förbättra livskvalitet på landsbygden
 Axel 4: Leader – Genomföra lokala utvecklingsstrategier

UTV16:3 *Slututvärdering av det svenska landsbygdsprogrammet 2007–2013*
 Delrapport II: Utvärdering av åtgärder för bättre miljö

UTV16:2 *Slututvärdering av det svenska landsbygdsprogrammet 2007–2013*
 Delrapport I: Utvärdering av åtgärder för ökad konkurrenskraft

UTV16:1 *Biologisk mångfald i våtmarker som har anlagts med stöd från landsbygdsprogrammet*

UTV15:2 *Kompetens för utveckling?*
 Utvärdering av kompetensutveckling i landsbygdsprogrammet 2007–2013

UTV15:1 *Vad behöver förenklas?*
 Utvärdering av landsbygdsprogrammet samt havs- och fiskeriprogrammet



Jordbruksverket
551 82 Jönköping
Tfn 036-15 50 00 (vx)
E-post: jordbruksverket@jordbruksverket.se
www.jordbruksverket.se/utvärdering

UTV19:15

