

Slutrapport

Det är inne att vara en utehöna

Projektnummer: O-16-23-635

Projektperiod: 2017-2020

Huvudsökande:

Helena Aronsson, SLU, Helena.Aronsson@slu.se

Medsökande:

Eva Salomon, RISE, Eva.Salomon@ri.se

Lotten Wahlund, RISE, Lotten.wahlund@ri.se

Malin Lovang, Lovang lantbrukskonsult AB, Malin.Lovang@lovang.se

Åsa Odelros, Åsa Odelros AB, asa@odelros.se

Del 1: Utförlig sammanfattning på engelska

Organic eggs are highly demanded in Sweden, but there is a lack of knowledge for making accurate environmental risk assessments of phosphorus (P) leaching from paddocks, and for suggesting appropriate measures, since there were no present studies. This, which currently hamper the growth of organic and free range laying hen production systems, was the background for a project to assess the problem of manure load in paddocks and possible measures to reduce negative environmental impact. The project activities were developed in close collaboration with advisors, authorities and the poultry sector. The project contained 3 main parts. **Part 1:** An inventory on farms in order to study the actual use of outdoor areas and the distribution of laying hens, including manure. For this, the hens' impact on vegetation was used as a measure. It was done on two farms, each with 18 000 hens (divided in groups of 3000), during two years. It included three paddocks on grassland and one in forest. **Part 2:** A field study in experimental paddocks which investigated two types of P retention materials to be used outside the hen house in order to reduce P leaching from manure deposition. These materials were evaluated with respect to comfortability for the hens, production aspects, and environmental performance. A laboratory study with rain simulations was used to assess the P holding capacity of the used materials that were collected after the outdoor season, in October. Materials of sand and limestone were tested in comparison with gravel, where the limestone material (CaCO₃) was hypothesized to work as a filter for chemical binding of P, while the sand as a physical filter. Nine paddocks (3 * 19.9 m, three replicates) were used, where 75 hens had free access to outdoor stay during May 1 to October 31. The average amounts of hens outdoors were observed at 9 am and 3 pm

Projekt har fått finansiering genom:

each day in three sub-areas of the paddock. The accumulation of P (ammonium-lactate soluble and total-P) in the materials and in the soil was measured. **Part 3:** A guide for risk assessment of P leaching from outdoor poultry paddocks and for suggesting appropriate measures was developed. It included identification of zones with different grades of manure load in combination with factors indicating risk of P transport to water. It was developed as a tool to be used on farms in order to find if, and where, measures need to be taken to reduce P losses.

Investigations on the two farms showed that 16-21% of the outdoor areas was used by the hens in 3 grassland paddocks, while 22-39% was used in a forest paddock. The forest area was thus attractive and stimulated outdoor stay. For the grassland paddocks there was a steep gradient in hen impact from the hen house and beyond with high impact 0-9 m, medium impact 9-25 m, low impact 25-60 m and thereafter no visible impact. This was comparable with international findings of corresponding group sizes. For the forest paddock a larger area had high and medium impact than in the grassland paddocks.

In the field study, the average percentage of hens outside was 43% in May and June, while about 26% were outside in October. There was no significant difference between the materials concerning hens' distribution or preferences. There was a considerable load of P in the materials, 700 mg P/kg, and also in the soil, especially within 7 m from the house. When manure P, accumulated in the materials, was exposed to rain simulations in a laboratory study, P concentrations in drainage water were high from all materials, including the control with gravel material (58-136 and 130-197 mg L⁻¹ of PO₄-P and total-P respectively). On average, 14% of the manure P captured in the materials of sand and limestone was leached after 100 mm of simulated rainfall. The conclusion is that these materials may act as physical filters for manure but in order to reduce the risk of losses to underlying soil or to waters during the following winter they need to be removed from the paddocks.

This project thus contributed with knowledge about the distribution of manure load in outdoor areas for hens for Swedish conditions. It also suggested how to do risk assessment and mitigation strategies, with special focus on the high load area outside the henhouse. The investigation of materials to be used for P retention of deposited manure showed that sand and limestone have potential for combining animal welfare, P retention and increased nutrient recycling, provided that they can be redistributed to arable land as a P fertilizer resource.

Del 2: Rapporten

Inledning

Sverige har en tradition av djurhållning som uppmuntrar till att låta djuren vara ute och det finns ett intresse från producenter och konsumenter för fjäderfå som har tillgång till utevistelse. Samtidigt riskerar kväve- och fosforläckage att ge övergödningsproblem, och för många inlandsvatten behöver fosforbelastningen minska. I och med kunskapsbristen vad gäller risken för näringsläckage från hönsagor och hur den kan åtgärdas tillämpar myndigheter ofta försiktighetsprincipen i olika sammanhang, och utvecklingen av konkurrenskraftiga företag hämmas. I detta projekt undersöktes de miljömässiga utmaningarna med utehöns för att bidra med kunskap om åtgärder som främjar miljömässigt hållbar utveckling och konkurrenskraft för företag som satsar på uteproduktion.

Specifika mål var att 1) Identifiera delar av produktionen som ger risker för fosforbelastning och tekniska lösningar som minskar dem, 2) Utvärdera hållbarhet, fosforbindningsförmåga och djurens komfort av marktäckande material i rastagor och 3) Ta fram en metod för riskbedömning av växtnäringsläckage från rastagor.

Mer konkret innebar det 1) Fältstudier av hönsens fördelning i rastagor på gårdar, 2) Fält- och labstudier av marktäckande material för minskad belastning från ytan närmast stallet, samt 3) Framtagande av en metod för riskbedömning av rastagor och åtgärdsförslag. Projektet involverade forskare, myndigheter, KRAV och lantbrukare för utformning av de olika aktiviteterna. Detta gjordes bland annat genom två workshops. Vi vill rikta ett särskilt tack till de lantbrukare som upplät sina agor för projektets studier.

Material och metoder

Fältstudier av gödselns fördelning i agor

Undersökningar gjordes på två gårdar, i olika delar av södra Sverige, för att beskriva gödselns fördelning i vanliga rastagor för besättningar med ca 18 000 höns. Det fanns inga tidigare liknande studier i Sverige. Båda gårdarna hade ekologisk äggproduktion av vanlig värphönshybrid (Bovans robust). På båda gårdarna fördelades hönsen på två sidor om hönsuset (tre grupper om 3000 höns på vardera sidan). På gård A bestod båda sidorna av åkermark med vall, där bland annat häckar av jordärtskocka och träskydd med tak användes för att locka hönsen ut i rastagen. På gård B bestod ena sidan av vall, också den med skydd utplacerade. Den andra sidan bestod av skog, där en smalt parti öppen yta (0-8 m ut från husväggen) övergick i björksly upp till ca 40 m ut från huset och sedan i storskog av gran. Delar av rastagen var också hygge.

För att uppskatta gödselns fördelning i rastagor användes hönsens utevistelse och fördelning som ett relativt mått, med det välgrundade antagandet att spillningen fördelas jämnt över tiden, där hönsen befinner sig. Den ursprungliga planen var att visuellt bedöma hönsens utevistelsegrad och fördelning vid utvalda tidpunkter, men under den

expertworkshop som föregick studien ändrades planen till att istället inventera slitaget på rasthagens vegetation i slutet av utesäsongen. Utevistelsen är mycket varierande beroende på olika faktorer, och denna metod, som är vedertagen, kan ge en samlad bedömning av säsongens utevistelse. Detta gjordes i september-oktober hösten 2017 och 2018 enligt ett protokoll med indelning i 4 klasser för vegetationstäckning (Vt) av marken (0-25%, 26-50%, 51-75%, 76-100%). Spår av höns i mer eller mindre intakt vegetation noterades också, t ex grad av betning, springspår i gräset och förekomst av fjädrar. Kartor skrevs ut från Eniro, och rasthagen ritades in tillsammans med utmärkning av grusytan vid stallet, skydd, buskage mm. Zoner för olika vegetationstäckning lades in genom visuell bedömning, och mätningar med måttband i fält användes för att sedan beräkna ytorna för olika belastningsnivåer. Resultaten visade att klasserna 26-50% och 51-75% vegetationstäckning nästan inte fanns, och att klasserna 0-25% och 75-100% dominerade.

Utifrån observationerna identifierades följande klasser för hönsens påverkan på vegetation: Stor: bar mark med förekomst av enstaka växter (0-25% Vt), Måttlig: förekomst av bara fläckar i annars intakt, men ofta hårt betad vegetation (vanligen 75-100% Vt), Liten: få spår av höns, t ex gångar i gräset och enstaka fjädrar, i annars opåverkad vegetation och Ingen: inga spår av höns.

Undersökning av marktäckande material för fosforbindning i försöksbesättning

I en fältstudie på Lövsta forskningsstation undersöktes under 1 maj till 31 oktober 2018 två typer av marktäckande material som lades i en bädd utanför stallet som en metod för att kvarhålla fosfor i den gödsel som hamnar där. Detta för att hindra läckage till vattenmiljön.

På en expertworkshop som föregick studien diskuterades möjliga fosforbindande material utefter specifika kriterier, såsom fosforbindande förmåga, tillgänglighet på marknaden, kostnad, risk för påverkan på hönsens hälsa och äggkvalitet, KRAV-godkänt, mm. Olika material övervägdes, där t ex slaggprodukter och andra adsorbenter med högt pH föll bort på grund av hälsorisker för hönsen. De slutliga valen föll på sand och foderkalk, där sand kan antogs fungera främst som ett fysiskt filter och kalk även genom förmåga till kemisk fosforbindning. Den teoretiska bindningsförmågan bestämdes genom adsorptionsisotermer enligt Langmuir (Bolster och Hornberger, 2007).

I studien ingick 9 rasthagar (3.4 x 19.9 m), där materialen placerades på marken i ett 20 cm tjockt skikt 0-3 m ut från väggen. Sand och kalk (CaCO₃), båda 0-4 mm i diameter, fördelades slumpmässigt mellan rasthagarna med 3 replikat. Kontrollen utgjordes av grus (0-8 mm), vilket redan fanns på plats. Resten av rasthagen var bevuxen med gräs och örter, som successivt bearbetades bort av hönsen under våren, varefter marken var bar. Hönorna (Bovans robust) var 16 veckor gamla vid ankomst i April. De fördelades med 75 hönor och en tupp per grupp, vilket betydde en yta i rastgården på 1.1 m² per höna. Hönsen hade tillgång till rastgården dygnet runt.

Utevistelsen dokumenterades kl 9 och kl 15 varje dag enligt ett protokoll som delade in rasthagen i 3 zoner från höns huset (0-3.3 m, 3.3-6.8 m och 6.8-19.9 m). Graderingen skedde enligt: 0, 1-10, 11-25, 26-50 och 51-75 antal höns. En gång per månad undersöktes fot- och fjäderhälsa hos 10 slumpvis utvalda höns per grupp. Foderåtgång (ekologiskt) och äggproduktion mättes kontinuerligt.

Jorden i rastgården provtogs före och efter hönsens utesäsong (april och oktober) för analys av P-AL (ammoniumlaktatlöslig fosfor) och totalfosfor vid Inst f mark och miljö. Proven togs i skiktet 0-10 cm djup i de två yttre zonerna för hönsgradering, se ovan. Även materialen analyserades med avseende på P-AL och totalfosfor.

Fältstudien följdes sedan av en undersökning där materialen togs in på lab och utsattes för regnsimulering, för att få ett potentiellt mått på läckagerisken från materialen under hösten efter utesäsongen. I varje rastgård togs två cylindrar (0.2 m i diameter och 0.2 m djupa) av sand-, kalk- och grusmaterial. I en bevattningsanläggning utsattes de för 25 mm regn (5 mm/h) vid 4 tillfällen. Dräneringsvatten från varje regntillfälle samlades upp och analyserades med avseende på fosfatfosfor och totalfosfor.

För statistiska analyser av hönsens fördelning användes general linear mixed model med behandlingar, vecka och zon som fixa variabler och block som slumpvariabel. För analys av markfosfor och fosfor i dräneringsvattnet under labstudien användes ANOVA (envägs och tvåvägs). T-test användes för jämförelse av andelen fosfor från gödseln som förlorades från kalk- respektive sandmaterial under bevattningen.

Metod för riskbedömning av rasthagar

Tanken var att ta fram en metod där man steg för steg kan bedöma om det finns riskområden för fosforförluster i rasthagen och därifrån föreslå åtgärder för att minska riskerna. En mall för att bedöma belastning med gödsel i kombination med övriga riskfaktorer kopplat till t ex topografi, närhet till vatten och jordegenskaper togs fram. För detta användes bland annat information från, och fältinventering av, företag med ekologiska värphöns i Östergötland, samt en workshop tillsammans med rådgivare, lantbrukare och Jordbruksverket (Greppa näringen). Tillsammans med en faktabakgrund blev detta en syntes av projektets olika delar och redovisas i en särskild rapport (Aronsson & Lovang, 2020).

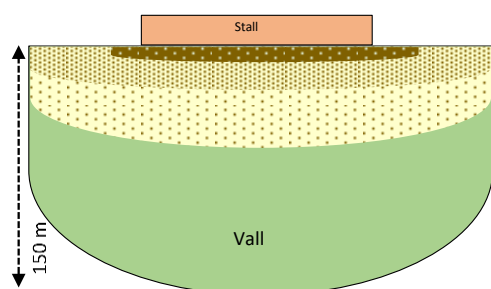
Resultat och diskussion

Fältstudier av gödselns fördelning i hagar

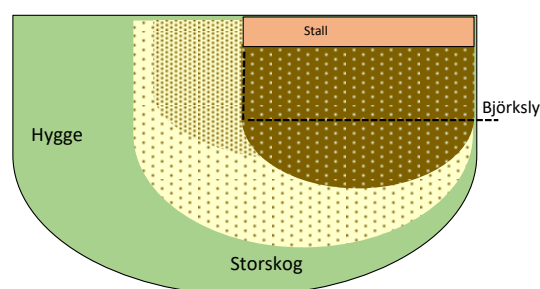
Hönsens påverkan på vegetationen användes alltså för att beskriva hönsens fördelning över rasthagens ytor, och därmed som ett indirekt mått på gödselns fördelning. För gård A, med gräsvall på båda sidor om hönsstallet, var det mer eller mindre distinkta zoner med avtagande påverkan på vegetationen från höns huset och utåt, med stor påverkan 0-9 m, måttlig påverkan 9-25 m, liten påverkan 25-60 m och ingen påverkan 60 m och fram till staketet (130-145 m ut), figur 1. Det var lika under båda åren (tabell 1). I zonen med måttlig påverkan var det hårdare slitage i häckar av jordärtskocka, i buskage av

vresros och under skydd med tak som byggts för hönsen än på öppna gräsytor. Ytan med stor eller måttlig påverkan utgjorde 9% av den totala rasthagssytan (tabell 1). Förhållandena var liknande i valldelen på gård B, men i skogsdelen såg det annorlunda ut. Där hade större ytor stor påverkan under båda åren, och även större ytor hade måttlig påverkan under 2018 (tillsammans 16-33%). Upp till 39% av ytan utnyttjades av hönsen till skillnad från endast ca 20% i vallhagarna. I skogshagen var det stor påverkan av höns (0-25% Vt) upp till 40 m från stallet under 2017 och upp till 70 m 2018. Under 2017 höll sig hönsen inom det område som var bevuxet med sly, medan de gick ut även i storskogen under 2018, upp till 110 m från huset. Hönsbesättningen hade bytts ut mellan säsongerna.

Gård A : rasthagar med vall



Gård B: rasthage med skog



Figur 1. Schematisk bild av de två typerna av rasthagar i studien som kombinerar hagens utformning med hönsens påverkan på vegetationen. Bilderna från ena sidan av gård A är representativ för båda sidorna på gård A samt vallsidan på gård B.

Hönsens påverkan (gödselbelastning) visade alltså en kraftig gradient från hönsstallet och utåt i rasthagen, med den största påverkan inom 10 m från utgången för hagarna med vall, motsvarande en yta av 3-4% av hagens totala yta. Ytan upp till 25 m från huset som också var påverkad av hönsen utgjorde ytterligare 5-6% av ytan. Resultaten stämmer väl överens med andra studier där man funnit ett hårt slitage på vegetationen inom 0-35 m från stallet, medan den kan vara i stort sett opåverkad 50-70 m ut i hagen (Chielo m fl, 2016; Wiedeman m fl, 2018). Wiedeman m fl (2018), som undersökte 14 gårdar med gruppstorlekar på 2500-22000 höns, beräknade att 80% av gödselbelastningen utomhus skedde inom 25 m från stallet.

Tabell 1. Andel av hagens totala yta med fyra klasser för grad av påverkan på vegetationen. Inventering på två gårdar i September-Oktober, med 18 000 höns fördelade på 9 grupper med 3000 höns i varje och tre grupper per sida av huset. Varje höna hade tillgång till 4m². Vt=vegetationstäckning

	Stor Bar mark, enstaka gröna fläckar (0-25% vt)	Måttlig Mer eller mindre intakt vegetation (25-100% vt)*	Liten Få spår av höns i vegetationen (100% vt)	Ingen Inga spår av höns (100% vt)
Gård A, vall 2017 och 2018	4%	5%	12%	79%
Gård B, sida med vall 2018	3%	6%	7%	84%
Gård B, sida med skog 2017	11%	5%	6%	78%
2018	14%	19%	6%	61%

*) nästan bara i klassen 75-100%, men gräset var hårt betat.

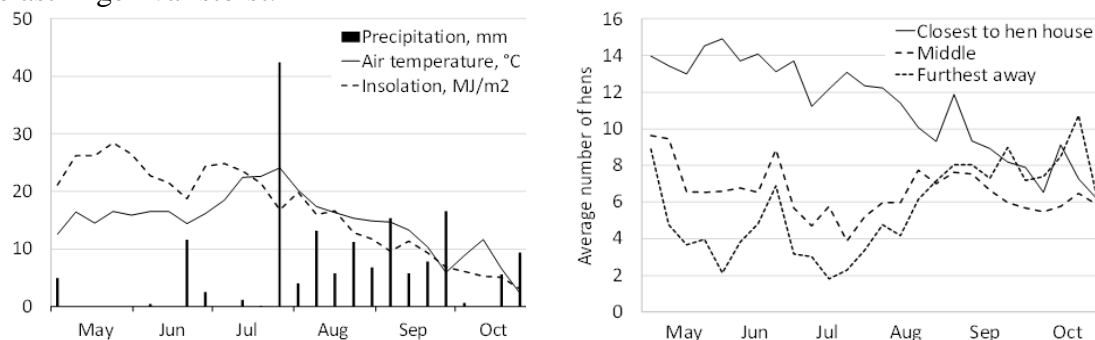
I skogshagen var det tydligt att ungsbogen utgjorde ett skydd som lockade till utevistelse, särskilt under det andra året då hönsen även vågade sig ut i storskogen. Detta år var det en ny besättning av höns, och de verkade ha ett annat beteende som flock än året innan. Frågan vad en liten yta med stor hönspåverkan i vallhagarna betydde i form av gödselbelastning i jämförelse med en större yta i skogshagen kunde inte besvaras. En fördelning av hönsen över en större yta skulle kunna betyda lägre belastning per ytenhet, förutsatt att det var samma mängd höns ute. Det verkar dock rimligt att anta att en större yta med påverkan betydde att fler höns var ute och att den totala gödselbelastningen därmed var större. Höns som rör sig längre ut i rasthagen kan locka fler höns att komma ut (Grigor, 1993). Uppenbarligen var skogshagen en attraktiv miljö för hönsen, och verkade stimulera utevistelsen, vilket är något som eftersträvas.

Undersökning av marktäckande material för fosforbindning i försöksbesättning

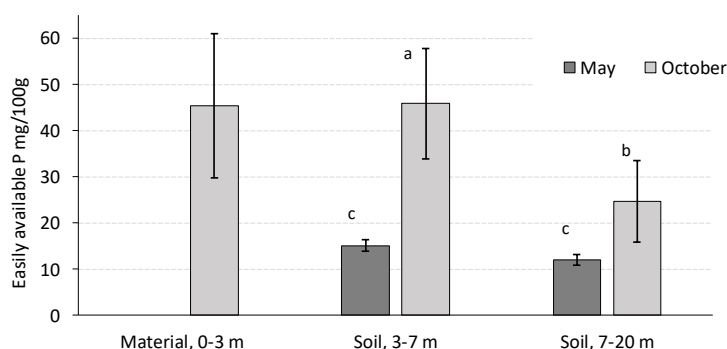
Vädret under fältstudien på Lövsta forskningsstation (1 maj - 31 Oktober) var ovanligt varmt och torrt under våren och sommaren, men mer normalt med regn och avtagande temperatur under den senare delen (figur 2a). Utevistelsen var god under hela utesäsongen, men avtog under hösten (figur 2b). I medeltal vistades 43% av hönsen ute i samband med observationstiderna i maj, och 26% i oktober. Detta stämde relativt väl med resultat från andra studier av små grupper. Hegelund m.fl. (2005) undersökte inverkan av faktorer som gruppstorlek, ålder, väder samt tidpunkt på dag och säsong. Man fann att för gruppstorlekar om 0-1000, 1000-3000 och >3000, så representerar utevistelse om 35-40%, 25% respektive 15-20% optimala förhållanden.

Det fanns inga signifikanta skillnader i utevistelse under för- och eftermiddag, och inte heller mellan rastgårdar som hade grus, kalk eller sand på ytan utanför utgången ($P < 0.05$). Det fanns alltså inget som tydde på att hönsen föredrog något av materialen framför det andra. Däremot fanns det under perioden 3 maj till 3 september betydligt fler höns på dessa ytor nära huset, än längre ut ($p < 0.001$), figur 2b. Därefter jämnades skillnaderna ut, vilket kan ha berott på att vädret ändrades (svalare och fuktigare) och/eller på att hönsen blev modigare över tiden och vistades längre ut i rastfällan.

Äggproduktionen var jämförbar med den som råder i inomhussystem med frigående höns av Bovans robust. Äggskalens styrka undersöktes, men det fanns ingen som tydde på att den ökat av fri tillgång till kalk. Djurhälsan bedömdes som god, men med viss fjäderplockning och en del förekomst av fotskador, s.k. bumle-feet, mot slutet av säsongen. Detta skilde sig dock inte mellan materialen. Det skedde en ackumulation av fosfor i marken under säsongen, i hela hagarna (figur 3), särskilt nära stallet. Bortanför 7 m från stallet var halterna av P-AL signifikant lägre än inom de första 7 m, där belastningen var störst.



Figur 2 a) Nederbörd, medeltemperatur och medelsolinstrålning (veckomedel) under utesäsongen Maj - Oktober, **b)** Medelantal höns per vecka i rastgårdarnas delytor; 0-3 m (closest), 3-7 m (middle) och 7-20 m (furthest) från hönshusets utgångar (Salomon et al, 2020)



Figur 3. Medelvärden för P-AL i början av maj och i slutet av oktober i de marktäckande materialen (0-3 m) och i de översta 10 cm i jorden i de två delytorna utanför (3-7 m och 7-20 m). Materialen innehöll ingen P i maj. Signifikanta skillnader mellan delyta 2 och 3 i maj och oktober visas med små bokstäver ($p < 0,05$) (Aronsson et al 2020)

Mängden fosfor som fångades i materialen av sand och kalk var ca 700 mg fosfor/kg material, uttryckt som totalfosfor, och det fanns ingen signifikant skillnad mellan dem. Labtest visade att kalken hade en mycket stor potentiell förmåga att binda fosfor kemiskt jämfört med sanden (S_{max} 10 800 mg/kg jämfört med 170 mg/kg). Av den gödsel-fosfor som fångats i materialen läckte 11% från kalkmaterialet, och 18% från sandmaterialet när det utsattes för 100 mm regn på lab. Skillnaden var signifikant. Koncentrationerna av fosfor i vattnet som dränerades bort var höga för såväl sand, kalk och grus, i medeltal 58-136 and 130-197 mg/l PO_4 -P respektive total-P, tabell 2. Sanden och kalken verkade fungera likartat, det vill säga främst som ett fysiskt filter, med stor risk för läckage från materialen då de utsattes för regn, och för koncentrationerna i det avrinnande vattnet var skillnaderna inte signifikanta. Medelkoncentrationen av

fosfatfosfor i dräneringsvattnet från gruset var däremot signifikant lägre än från sanden och kalken, vilket verkade bero på att fosfor förlorades snabbare från gruset. De var nämligen högre i början av utlakningsstudien, men klingade snabbt av, tabell 2. Från gruset förlorades också en mindre andel av fosfor i löst form, dvs större andel i annan form (40% jämfört med 65% från sand och kalk). Bortfiltreringen av gödselpartiklar var betydligt sämre i grusbädd jämfört med sand- och kalkbäddar. Tyvärr gick det av tekniska skäl inte att analysera fosforinnehållet i det grova grusmaterialet.

Tabell 2. Fosforkoncentrationer i det avrinnande vattnet från lysimterar som utsattes för fyra regnsimuleringar om 25 mm vardera. Små bokstäver visar signifikanta skillnader mellan försöksled ($p < 0,05$). Standardavvikelse anges inom parenteser (Aronsson et al (2020))

	Avrinnande vatten, koncentrationer, P mg/l					
	<i>PO₄-P</i>	<i>PO₄-P</i>	<i>PO₄-P</i>	<i>PO₄-P</i>	<i>PO₄-P</i>	<i>Total P</i>
	<i>Regn 1</i>	<i>Regn 2</i>	<i>Regn 3</i>	<i>Regn 4</i>	<i>Medel</i>	<i>Medel</i>
Sand	97 (18) ^a	135 (45) ^a	161 (69) ^a	150 (68) ^a	136 (56) ^a	197 (71) ^a
Kalk	86 (49) ^a	132 (63) ^a	133 (75) ^a	110 (59) ^a	115 (61) ^a	163 (75) ^{ab}
Grus	95 (25) ^a	30 (16) ^b	46 (27) ^a	59 (27) ^a	58 (33) ^b	130 (36) ^b

Materialkostnaden för att använda sand respektive kalk som marktäckande material under ett år varierar mellan 1500 och 10 700 kr/år, beroende på hur många meter ut från hönshuset som täcks av material (5 eller 10 meter), tabell 3. Vi baserade beräkningen på Eu:s regelverk som säger att utgångshålen för en grupp om 3000 hönor (vanlig gruppstorlek inom ekologisk produktion) ska vara 20 meter breda (sedan tillkommer väggyta som inte ingår i beräkningen), och på resultaten från försöket på Lövsta samt på de två gårdarna som visade stor belastning inom 10 m från stallet. Exempelen i tabell 3 innefattar inte kostnaden för att anlägga och forsla bort materialen då detta kan skilja stort mellan gårdar beroende på om man anlägger själv eller hyr in maskiner till arbetsmomentet. Kalk- eller gödselvärdet ingår inte heller. Materialen i fältstudien innehöll 0,7 kg P/ton vid säsongens slut, dvs i samma storleksordning som svinflytgödsel. På grund av den höga hönstätheten var näringsanrikningen troligen större än vad man kan förvänta sig i en gårdssituation.

Tabell 3. Volym, vikt och materialkostnad för marktäckande material av sand och kalk (20 cm skikt) med 20 m bredd och med två olika längder ut från stallet. Sanden kostade 189 kr/ton (volymvikt 0.8 ton/m³) och kalken kostade 205 kr/ton (volymvikt 1.3 ton/m³)

Material	Sträcka (m) ut från hus	Total yta (m ²)	Volym (m ³), 20 cm skikt	Vikt (ton)	Kostnad per år (kr)
Sand	5	100	20	16	3024
Sand	10	200	40	32	6048
Foderkalk	5	100	20	26	5330
Foderkalk	10	200	40	52	10 660

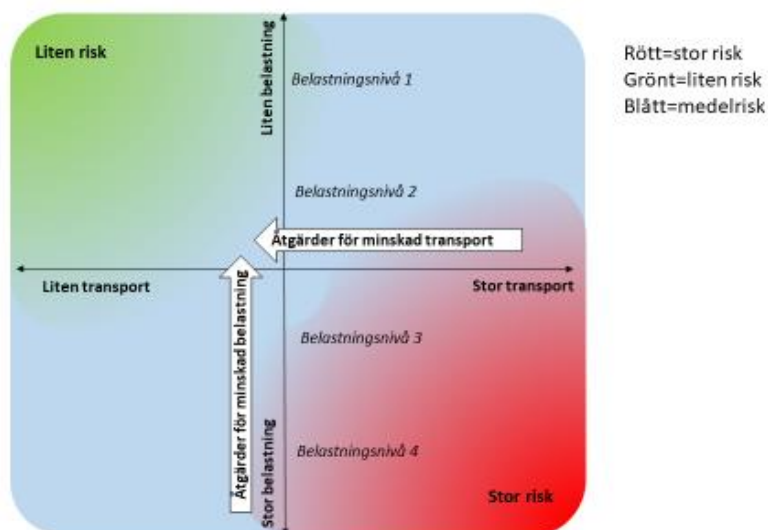
Sammanfattningsvis kan man säga att de båda undersökta materialen fungerade väl utifrån de olika typerna av urvalskriterier. Materialen fångade stora mängder fosfor,

men fosfor förlorades snabbt när materialen utsattes för regn. Detta trots att kalken förväntades fungera inte bara som ett mekaniskt utan även som ett kemiskt filter. För att få en säker effekt skulle de alltså behöva föras bort efter utesäsongen. Hönstätheten var större än den som tillåts i äggproduktion med utevistelse (1.1 m² jämfört med 4 m²/höna) vilket tillsammans med den goda utevistelsen påverkade belastningen med fosfor. Det är svårt att dra paralleller till hur det kan se ut på verkliga gårdar. Bevattningsstudien, där det inte fanns någon underliggande jord, representerar ett ”värsta scenario”. En jordvolym under materialen skulle fungera som ett bindande filter för fosfor som förloras från materialet, med en effektivitet som beror av den fosforbindande förmågan och flödesmönstret nedåt. På lång sikt skulle emellertid denna förmåga avta när mättnadsgraden för fosfor successivt ökar.

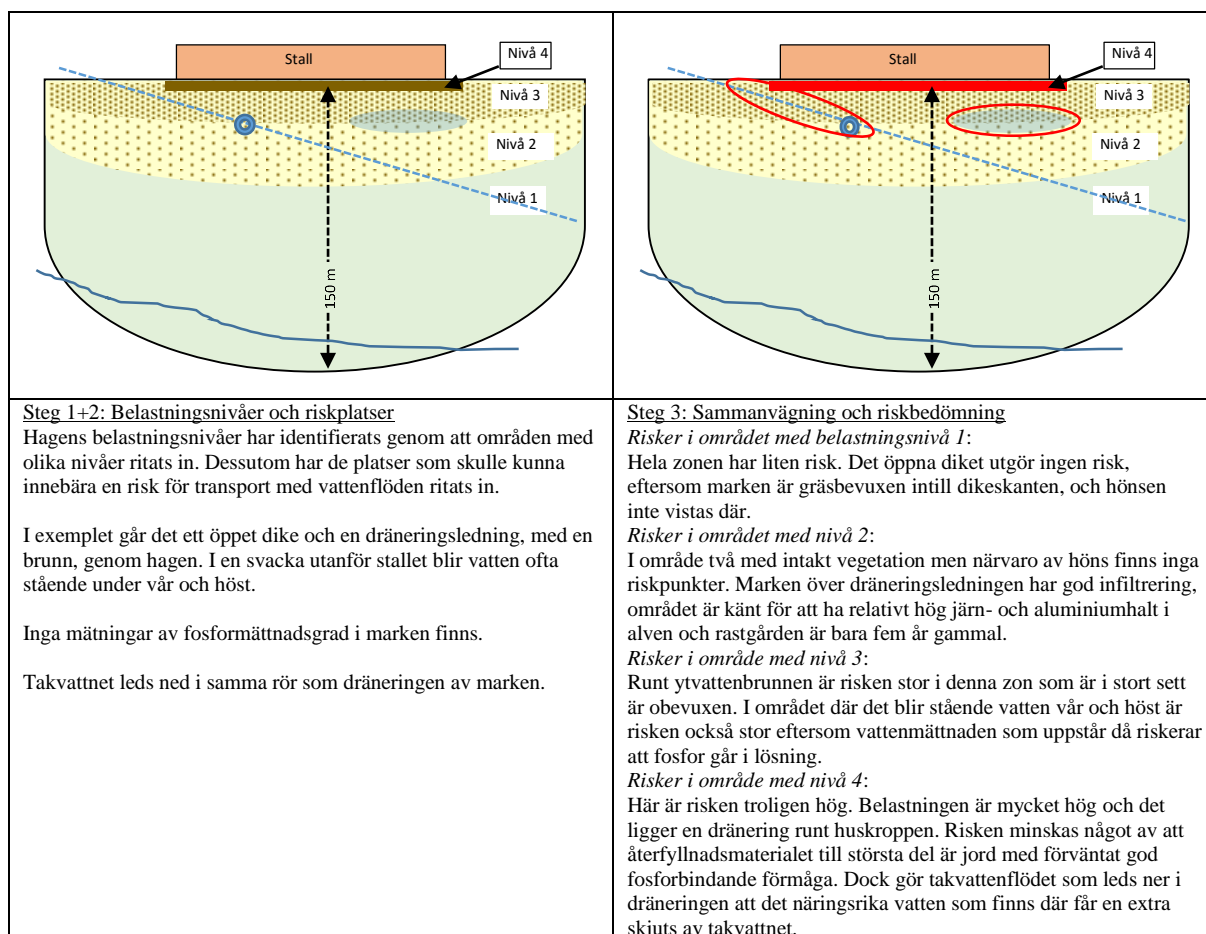
Metod för riskbedömning av hagar och åtgärdsförslag

Metoden för riskbedömning byggdes på grundförutsättningarna att förluster uppstår när gödselbelastning sammanfaller med transport av fosfor. Risk för transport kan exempelvis vara där hög utevistelse sammanfaller med risk för transport, exempelvis nära vatten, på bar mark som utsätts för erosion, när marken har hög fosformättnad, eller för mark med sprickbildning som snabbt kan transportera fosfor. Genom att vidta åtgärder för att minska belastning och/eller transport, kan risken minskas, se principskiss i figur 4.

Genom att bedöma graden av gödselbelastning och sedan identifiera risk för transport, tillsammans med en bedömning av närhet till skyddsvärt vatten, kan man för hagens olika delar identifiera om det finns en risk, och om den verkar vara så stor att den föranleder behov av åtgärd. Detta beskrivs utförligt i Aronsson & Lovang (2020). Gödselbelastningen graderades i fyra steg baserat på resultat från litteratur och de andra delarna av projektet, och illustreras med foton för att underlätta bedömning. För varje belastningszon i rasthagen bedömer man sedan övriga riskfaktorer, se exempel i figur 5. I rapportens åtgärdsdel tas möjliga åtgärder upp (Aronsson & Lovang, 2020).



Figur 4. Risken för fosforförluster är störst i zoner av hagen där stor belastning sammanfaller med stor transport, men kan minskas genom åtgärder som minskar antingen belastning eller transport, eller helst både och.



Figur 5. Enligt metoden (Aronsson och Lovang 2020) identifieras belastningsnivåer för gödsel i rasthagen samt objekt som kan utgöra risk för transport av fosfor till vatten. Där hög belastning sammanfaller med risk för transport och närhet till skyddsvärt vatten kan åtgärder behöva vidtas (bilden till höger).

Slutsatser

I hönsbagar var det en kraftig gradient i form av påverkan på vegetation och gödselbelastning, från stallet och ut i rasthagen. En skogshage med lövsly nära stallet utgjorde en attraktivare miljö för hönsen än öppna hagar med vall, och där spred sig hönsen mer över ytan. I vallhagarna användes 16-21% av ytan av hönsen och i skogshagen upp till 39%, där också sannolikt fler höns vistades ute.

Genom att kartlägga områden där stor gödselbelastning sammanfaller med risk för fosfortransport till skyddsvärt vatten kan man identifiera eventuella behov av platsanpassade åtgärder för minskat fosforläckage.

De testade marktäckande materialen av sand och foderkalk utanför stallet fungerar som ett fysiskt filter för fosfor i höns gödels, och fungerade bra med avseende på hönsens komfort och hälsa. Material av den här typen behöver dock bortföras efter utesäsongen eftersom fosfor inte binds permanent. De kan göra det möjligt att öka recirkuleringen av gödselns växtnäring om de utnyttjas som gödselmedel i odlingen.

Nytta för näringen och rekommendationer

Att ytorna närmast stallen i hönshagar har en stor belastning av fosfor, medan stora ytor knappt nyttjas av hönsen, var inte okänt, och det har visats i olika internationella studier. Med detta projekt kunde vi beskriva hur det ser ut i hagar på svenska gårdar, och hur det kan variera mellan olika typer av hagar. Vi tog fram en metod som kan användas för att identifiera om det finns områden i rasthagen där stor belastning sammanfaller med risk för transport till vattenmiljön. Det är i dessa specifika områden som åtgärder kan behöva vidtas och anpassas efter platsen, för att uppnå de krav som kan ställas för skyddsvärda vattenmiljöer. Stora delar av hagarna utgör ofta inget miljöproblem.

För ytorna inom 5-10 m från stallet är gödselbelastningen och påverkan på vegetation stor. Dessa ytor kan behöva åtgärdas, särskilt på sikt när underliggande mark mätts på fosfor. Vi undersökte marktäckande material som en möjlig metod att kvarhålla fosfor och minska risken för läckage. Att använda ett 20 cm tjockt material av sand eller foderkalk (krossad kalk) visade sig fånga upp stora mängder fosfor från hönsgödseln och kan minska läckagerisken, förutsatt att de förs bort efter en, eller möjligtvis två säsonger. Det är trevliga material för hönsen, påverkar inte produktion eller äggkvalitet, är relativt billiga och lättåtkomliga, och är dessutom möjliga att använda i ekologisk produktion. Dessa typer av material har potential att, förutom att bidra till minskat läckage, öka fosforutnyttjandet och recirkulering av fosfor i hönsgödseln om de återförs till åkermark som fosforgödselmedel. I fältstudien på Lövsta innehöll materialen 0,7 kg P/ton vid säsongens slut.

Referenser

- Aronsson, H. och Lovang, M. 2020. Minskade fosforförluster från rasthagar för höns – metod för riskbedömning samt åtgärdsförslag. *Ekohydrologi* 164, Inst f mark och miljö, SLU, Uppsala
- Bolster CH, Hornberger GM (2007) On the use of Langmuir equations. *Soil Science Society of America Journal* 71(6): 1796-1806
- Chielo LI, Pike T, Cooper J (2016) Ranging Behaviour of Commercial Free-Range Laying Hens. *Animals* 2016, 6, 28. <https://doi:10.3390/ani6050028>
- Grigor PN (1993) Use of Space by Laying Hens: Social and Environmental Implications for Free-Range Systems. Dissertation, University of Edinburgh
- Hegelund L, Sørensen JT, Kjær JB, Kristensen IS (2005) Use of the range area in organic egg production systems: effect of climatic factors, flock size, age and artificial cover. *British Poultry Science*, 46(1): 1-8
- Wiedemann S, Pratt C, Blietfield N, Mayer DG, Redding MR, McGahan E (2018) Establishing soil nutrient distribution zones across free range egg farms to guide practical nutrient management strategies. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 257: 20–29

Del 3: Resultatförmedling

Ange resultatförmedling av projektet, inklusive titel, referens, datum, författare/talare, och länk till presentation eller publikation om tillämpligt. Planerade publiceringar (med preliminära titlar) ska ingå i tabellen. Ytterligare rader kan läggas till i tabellen.

Vetenskapliga publiceringar	Aronsson et al (2020) Phosphorus retention materials in outdoor Laying hen paddocks for reduced environmental impact and increased nutrient use efficiency. Accepted for oral presentation, Organic World Congress, 23-27 sept 2020, Rennes, France (postponed to 2021 for covid-19 reasons)
	Salomon et al (2020) Phosphorus retention materials in outdoor paddocks and distribution of laying hens during the grazing period. Accepted for oral presentation, Organic World Congress, 23-27 sept 2020, Rennes, France (postponed to 2021 for covid-19 reasons)
	Aronsson A, Wahlund L, Lovang M, Hellstrand E, Odelros Å, Salomon E (2020) Phosphorus load in outdoor areas for laying hens and test of P retention materials for reduced environmental impact. Submitted to Organic Agriculture for special issue (March 2020)
Övriga publiceringar	Aronsson, H. och Lovang, M. 2020. Minskade fosforförluster från rasthagar för höns – metod för riskbedömning samt åtgärdsförslag. Ekohydrologi 164, Inst f mark och miljö, SLU, Uppsala
Muntlig kommunikation	Visning av Lövstastudien vid 5 tillfällen under 2018 (Rådgivare, forskare, KRAV, Personal mark & miljö samt RISE). Poster på SLU:s öppet hus-dag
	Presentation: Jordbruksverkets Forsknings- och utvecklingsdag 6/2 2019. Lotten Wahlund
	Webbinarium: Jordbruksverket 29/4 2020. Lotten Wahlund Greppa näringen, planerat för hösten 2020
	Presentationer på SLU: Miljöministerbesök, Fakultetsdag SLU, Internationell fosforworkshop SLU
	Workshops: vid två tillfällen under projektets gång för att involvera forskare, rådgivare, myndigheter, KRAV och lantbrukare

	Kontinuerligt genom Åsa Odelros nätverk för ekologiska hönsbesättningar äggproduktion Artikel i tidningen Fjäderfä
Studentarbete	Använd som fallstudie för seminarium på kursen Marken i odlingen (agronomstudenter)
	Examensarbete på agronomutbildningen, Christina Berkey, ej publicerat ännu
	Hellstrand, E. 2019. Marktäckande material som åtgärd för minskat fosforläckage från rasthagar för värphöns. Examensarbeten, inst f mark och miljö, SLU, 2019:03
Övrigt	Skansen, Baltic Sea Science center: En film inspelad i Lövstastudien som visas i utställningen
	Media: Tidningen fjäderfä, Nyhetsbrev EPOK