

## **Minskade fosforförluster från rasthagar för höns** –metod för riskbedömning samt åtgärdsförslag

*Helena Aronsson och Malin Lovang*



Titel: Minskade fosforförluster från rasthagar för höns – metod för riskbedömning samt åtgärdsförslag

Författare: Helena Aronsson och Malin Lovang

Kontakt: Helena.Aronsson@slu.se, 018 – 67 24 66

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2020

Omslagsbild: Helena Aronsson

Serietitel: Ekohydrologi

Delnummer i serien: 164

ISSN: 0347-9307

ISRN: SLU-VV-EKOHYD-164-SE

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

Bibliografisk referens: Aronsson, H. och Lovang, M. (2020). *Minskade fosforförluster från rasthagar för höns – metod för riskbedömning samt åtgärdsförslag*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Ekohydrologi, 164).

# Förord

Produktionssystem med utevistelse för värphöns blir allt vanligare. Det är en förutsättning för ekologisk-certifiering, och tillämpas även i konventionella besättningar för frigående höns med utevistelse. Med detta följer ett ökat behov av kunskap om vilka risker det kan innebära för ökad belastning på vattenmiljön, påverkan på recipienten, och hur man kan förhålla sig till dem. Det gäller särskilt fosforförluster. I ett projekt med finansiering av Stiftelsen lantbruksforskning (Det är inne att vara utehöna) undersöktes rastgårdar för utehöns för att ta fram sådan kunskap och för att undersöka åtgärder för minskat fosforläckage från ytor med stor gödselbelastning. Denna rapport sammanställer kunskap från projektet. Hönsens utnyttjande av rasthagarnas ytor är ofta väldigt ojämnt fördelad, och hagarna kan se väldigt olika ut. Målet med rapporten är att ge en metod för att identifiera eventuella platser där det finns en verklig risk för fosforförluster som kan behöva åtgärdas. Det finns idag mycket begränsad kunskap om näringsläckage från rasthagar för höns, och därför är den här rapporten utformad för riskbedömning, men utan möjlighet att kvantifiera riskerna närmare. Rapporten består av två kapitel; 1) En arbetsmetod för riskbedömning och åtgärdsförslag och 2) Faktabakgrund.

Många personer har varit involverade i arbetet och ett tack riktas till projektdeltagare Eva Salomon och Lotten Wahlund (RISE) samt rådgivare Åsa Odelros. Tack även till examensarbetare Ebba Hellstrand och Anuschka Heeb på Lovang Lantbrukskonsult AB. Ett stort tack också till de lantbrukare som deltagit i projektet på olika sätt och experter inom olika områden som deltagit i workshops under projektets gång.

Uppsala 26 juni 2020

Helena Aronsson och Malin Lovang

SLU och Lovang Lantbrukskonsult AB



## Innehåll

Kapitel 1 Metod för riskbedömning av fosforförluster samt åtgärdsförslag .....	3
1.1 Varför en metod för riskbedömning och åtgärdsförslag? .....	3
1.1.1 Gödselbelastningen i hagarna .....	3
1.1.2 Frigörelse, transport och närhet till vatten avgör risken för förluster .....	3
1.1.3 Att väga samman platsens förutsättningar är grunden för riskbedömning och åtgärder .....	4
1.2 Bedömning i flera steg .....	5
1.2.1 Belastningsnivåer .....	5
Fyra belastningsnivåer: .....	5
Markretention .....	8
1.2.2 Platser med risk för fosfortransport.....	8
Dränering .....	8
Det går ett öppet dike eller en bäck genom hagen.....	8
Ytvattenbrunn eller grusfilter .....	8
Stående vatten .....	8
Ytavrinning och erosion .....	9
Jord med sprickbildning .....	9
1.2.3 Sammanfallande risker och placering i landskapet.....	9
1.2.4 Risksammanvägning - exempel på tillvägagångssätt .....	9
1.3 Åtgärder .....	10
1.3.1 När behövs åtgärder?.....	10
1.3.2 Exempel på åtgärder .....	11
Taktvatten och andra vattenflöden intill stallet .....	11
Åtgärder relaterade till dräneringsvattnet från rasthagen .....	11
Skörda bort växtnäring.....	11
Byta ut ytskiktet .....	12
Skyddszoner, bortstängsling av höns .....	12
Locka ut hönsen i hagen.....	12
Flytta mellan fållor .....	12
1.4 Kväveförluster och kväveåtgärder .....	12
Kapitel 2 Faktabakgrund om näringsbelastning och åtgärder .....	13
2.1. Inledning till faktabakgrund .....	13
2.2 Utevistelse och gödselbelastning i rasthagar .....	13
2.2.1 Fördelning av höngödsel inne och ute.....	13
2.2.2 Medelbelastning av gödsel ute i rasthagen .....	13
2.2.3 Belastningens fördelning i rasthagen .....	14

2.2.4 Hur mäter man utevistelse och hönsens fördelning? .....	14
2.2.5 Utevistelse i stora besättningar .....	14
2.3 En svensk studie av utevistelse och gödselbelastning .....	15
2.3.1 Inventering på två gårdar.....	15
2.3.1 Fältstudie på Lövsta forskningsstation.....	16
2.4 Markens buffringsförmåga mot fosforförluster.....	17
2.4.1 Buffringsförmågan beror av bindningsförmåga och mättnadsgrad.....	17
2.4.2 Svenska åkerjordar .....	18
2.4.3 Skogsförhållanden.....	18
2.4.4 Ängs- och naturbetesmark.....	18
2.5 Landskapets avvattning och risker för fosforförluster .....	19
2.5.1 Avrinningsområdets storlek och recipientens status.....	19
2.5.2 Transportvägarna och jorden.....	19
Erosionsrisk .....	19
Läckagerisk för fosfor .....	20
Betesmark och skogsmark .....	20
2.6 Kväve och kväveförluster .....	20
2.6.1 Kväve i rastgården.....	20
2.6.2 De stora gödselmängderna hanteras på åkermarken.....	21
2.6.3 Höglänta områden med genomsläpplig jord.....	21
2.7 Åtgärder .....	21
2.7.1 Ytan närmast stallet – vart rinner vattnet.....	22
2.7.2 Vart tar det näringsrika vattnet vägen .....	22
2.7.3 Markstruktur och åtgärder mot erosion .....	22
2.7.4 Vegetationens upptag av näring och skydd mot erosion.....	23
2.7.5 Ytan närmast stallet – svensk studie av marktäckande material.....	23
2.7.6 Minska hönstätheten i riskområden .....	25
2.7.7 Växla fållor eller mobila stall .....	25
Referenser.....	26

# Kapitel 1 Metod för riskbedömning av fosforförluster samt åtgärdsförslag

## 1.1 Varför en metod för riskbedömning och åtgärdsförslag?

Sverige har en tradition av djurhållning som uppmuntrar till att låta djuren vara ute och det finns ett intresse från producenter och konsumenter för fjäderfä som har tillgång till utevistelse. Samtidigt riskerar kväve- och fosforläckage att ge övergödningssproblem och för många inlandsvatten behöver fosforbelastningen minska. Svårigheten att bedöma risken för fosforförluster och vikten av att anpassa åtgärder gör att det behövs en metod anpassad särskilt för fosforförluster.

Rasthagar för höns kan se väldigt olika ut, och kan bestå av ängs-, åker-, eller skogsmark. Fosfor kan förloras genom läckage av fosfatfosfor genom marken, men också genom erosion av fosforrika jordpartiklar på markytan eller ned genom sprickor. Jordens bindningsförmåga har en mildrande verkan på förlustrisken, men denna buffertförmåga varierar mellan jordar och avtar med tiden om marken utsätts för stor fosforbelastning under lång tid. Riskerna för fosforförluster är därför högst varierande.

Det finns idag mycket begränsad kunskap om näringsläckage från rasthagar för höns, och därför är metoden utformad för riskbedömning utan möjlighet att kvantifiera riskerna.

I den föreslagna metoden sätts hagen i ett sammanhang där det handlar om att betrakta hagens förutsättningar, både som en del av landskapet och i sig själv, att identifiera om det finns risker för ökade fosforförluster i någon del, vart de tar vägen och hur de eventuellt kan åtgärdas. Inventeringar på gårdar och samtal med lantbrukare har, tillsammans med litteraturstudier, använts för att ta fram metoden för att bedöma risker och föreslå åtgärder.

### 1.1.1 Gödselbelastningen i hagarna

Höns har ingen instinkt att gödsla på särskilda platser och därför hänger gödselbelastningen på en yta nära samman med vistelsetiden. Det gör att gödselns fördelning i hagen beror av var djuren väljer att vistas. I hagar som används under lång tid sker en långsiktig uppbyggnad av fosfor i marken som kan leda till ökade förluster på sikt. Uppbyggnaden i marken förstärks på de ställen där växtnäring inte bortförs genom skörd, utan endast cirkuleras genom betet. Ofta blir också marken helt kal i välbesökta delar av hagar på grund av hönsens pickande och sprättande och inget växtupptag sker över huvud taget. Ytan närmast stallet och favoritplatser ute i hagen belastas hårt.

### 1.1.2 Frigörelse, transport och närhet till vatten avgör risken för förluster

Det är viktigt att hitta platserna där stor belastning av gödsel sammanfaller med risker för transport av växtnäring med vattenflöden. För att fosfor i eller på marken ska leda till förluster måste det ske en transport med vatten som flödar på eller i marken och tar med sig fosfor till vattendrag.

Markegenskaper som påverkar risken för transport handlar om både bindningsförmågan för fosfor och hur vatten infiltrerar och flödar genom marken. Risken för miljöpåverkan har också en tidsdimension, den kan vara liten idag men ha betydelse på sikt genom ackumulering av fosfor i marken. För jordar med låg genomsläpplighet ökar risken för ytavrinning och erosion, särskilt på lutande mark. Höns som pickar och krasar bort växttäcknet gör att marken kan bli mer utsatt för t ex erosion, men markstrukturen förstörs inte alls på samma sätt som för stora djur, där man kan få omfattande packningsskador.

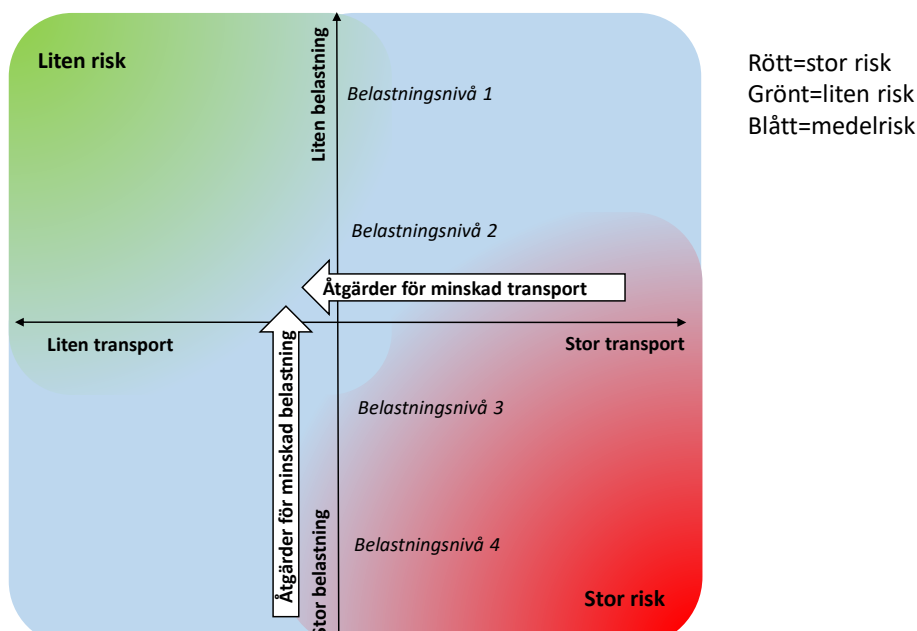
Det är viktigt att läsa av risken för transport utifrån markens och jordens egenskaper, näringsbelastningen, vattnets flödesvägar i hagen och hagens placering i landskapet. Det vill säga hur hagen påverkas av vattenflöden och hur nära eller långt ifrån ett skyddsvärt vattendrag hagen ligger.

### 1.1.3 Att väga samman platsens förutsättningar är grunden för riskbedömning och åtgärder

För att enskilda riskfaktorer ska innebära en verklig risk för påverkan på ett vattendrag krävs att de hänger ihop en händelsekedja. Växtnäringen behöver frigöras och transporteras till ett skyddsvärt vattendrag för att risken ska kunna förverkligas. I händelsekedjan finns faktorer som ökar eller minskar risken i de olika stegen. Gödselbelastningen tillsammans med transportvägar för fosfor via vattnet till ett skyddsvärt vattendrag lägger grunden för en potentiell risk för övergödning. I vilken grad det leder till en verklig risk beror av övriga faktorer.

Belastningen, själva förekomsten av växtnäring, är alltså en viktig förutsättning i sammanhanget, där hög belastning ger högre risk och lägre belastning ger lägre risk. Risken för transport, det vill säga flödet av vatten, är en annan viktig förutsättning för riskens storlek. Ju högre vattenflöde desto högre risk för transport. I figur 1, nedan, visas schematiskt hur dessa två förutsättningar samspelar. I övre vänstra hörnet med låg belastning och liten transport är den sammantagna risken liten. Störst risk får vi när stor belastning sammanfaller med stor transport, nedre högra hörnet i figuren. Åtgärder förskjuter nivåerna av belastning respektive transport och påverkar därför den sammantagna risken. Genom att exempelvis bortföra näring på något sätt minskar man nivån av belastning, medan åtgärder som minskar transporten med vattenflöden, exempelvis att leda takvatten separat från dränering runt stallet, minskar nivån av transport.

Metoden som presenteras här ska ge ett underlag för att identifiera faktorer som påverkar risken på ett konkret sätt och därmed skapa ett underlag för att fundera kring möjliga åtgärder.



**Figur 1.** För att bedöma risken måste man tänka i begreppet händelsekedja där gödselbelastningen och transporten med vatten vägs in i bedömningen. I figuren anger grön färg låg total risk, blå medelrisk och röd färg stor risk. Transporten av fosfor påverkas av faktorer som har att göra med klimatförhållanden samt markens och hagens egenskaper. Närheten till skyddsvärt vatten har betydelse för vilken påverkan på vattenmiljön som läckaget kan ge upphov till.



## 1.2 Bedömning i flera steg

Arbetsgången vi föreslår utförs i flera steg. I första steget görs en bedömning av gödselbelastningens nivåer i hagen, till exempel på en enkel kartskiss (avsnitt 1.2.1). Sedan ritas man in potentiella riskområden i hagen, exempelvis en bäck (avsnitt 1.2.2). I det tredje steget identifieras de platser där hög belastning sammanfaller med riskpunkterna, det vill säga hög risk för transport. Det fjärde steget är att placera områdena med potentiellt störst risk i landskapets vattenvägar för att se om det föreligger risk för övergödning av skyddsvärda vattendrag (avsnitt 1.2.3). Till sist utgör materialet ett underlag för att fundera på möjliga åtgärder som kan vara aktuella för områden med stor risk (avsnitt 1.3).

### 1.2.1 Belastningsnivåer

Metoden föreslår 4 nivåer för gödselbelastning i hagen. I huvudsak används slitaget på vegetationen som indikator för belastningsnivån (se underlag i avsnitt 2.2 och 2.3). Respektive nivå beskrivs nedan i ord och bild.

#### Fyra belastningsnivåer:

1. När man inte kan se spår av höns, eller endast svaga spår i form av enstaka kluttar eller fjädrar är belastningen liten, och ges nivå 1. Detta är generellt en stor del av hagen, som ofta börjar ca 60-70 m från stallet.
2. För klassning enligt belastningsnivå 2 är vegetationen i stort sett intakt, med undantag för enstaka små fläckar med bar jord. Det syns ofta att det är betat och hönsen har gjort gångar i gräset. Denna zon sträcker sig ofta ca 30-70 m från stallet.
3. Mark som i stort sett är bar på grund av hönsens slitage, och där endast enstaka tuvor eller plantor förekommer klassas som belastningsnivå 3. Belastningsnivå 3 börjar ca 5 m från höns huset, och sträcker sig ofta inte längre ut än 10-30 m från stallets utgång. Istället för en allmän zon ut från stallet kan det också vara spridda favoritplatser, t ex buskage, längre ut i hagen där hönsen spenderar mycket tid.
4. Ytan precis framför stallet, som har störst belastning utgör nivå 4. Denna yta sträcker sig ofta ca 5 m ut från stallet och är i många fall täckt med grus, sand eller liknande.

### Belastningsnivå 1

**Områden med låg belastning**, är ytorna där hönsen inte vistas alls eller endast i så liten utsträckning att man ej ser mer spår än t ex enstaka fjädrar. I hagen nedan till höger rörde sig hönsen endast i häcken med jordärtskockor medan gräset inte visade några spår. I hagen nere till vänster gick enstaka höns från den grusade ytan precis framför stallet och ut i buskaget med gråbo.



### Belastningsnivå 2

**Områden med viss belastning** har intakt vegetation, men med spår av höns i gräset eller skogen. Enstaka kala fläckar kan förekomma.



### Belastningsnivå 3

Område i hagen med hög belastning, kännetecknas av mark som är så pass påverkad av hönsen att den domineras av bar jord.



### Belastningsnivå 4

Grusytan precis utanför stallet har alltid stor beläggning av höns och deras gödsel. På bilderna till höger och nedan övergår grusytan i belastningsnivå 3.



## Markretention

Marken har retentionskapacitet som beror av mineralsammansättningen. Högt innehåll av framför allt järn- och aluminiumföreningar ger jorden högre kapacitet att binda fosfor. När bindningsställena i jorden fylls med fosfor minskar jordens kapacitet för ytterligare retention och när mättnadsgraden blivit tillräckligt hög börjar fosfor att lösas ur jorden. Fosformättnaden kan beräknas utifrån mätningar av ammoniumlaktatlösligt (AL-metoden) fosfor, järn och aluminium enligt  $P-AL/(Fe-AL+Al-AL)$ , vilket beskrivs i avsnitt 2.4.2.

Markens fosformättnad, det vill säga hur mycket bindningsställen som finns kvar för fosfor, beror av jordens naturliga förmåga att binda fosfor i matjord och alv samt den historiska belastningen. För hagens delar med stor belastning ökar fosformättnaden med tiden och därmed även risken för utlakning. Hagens ålder, samt hur marken användes innan det blev en hage för fjäderfä har därför betydelse. För mark som inte är åkermark är kunskapsunderlaget mycket litet. För skogsmark (barr- och blandskog) är ofta den historiska belastningen liten, och kombination med en troligt god fosforbindande förmåga hos marken minskar risken för hagar i skog. För betesmark har vi inget underlag.

Ytan precis framför stallet är högt belastad och därför är det en begränsning i tid som markens buffrande förmåga fungerar. I det fall man har ett betydande jordlager med god infiltrering under ytan precis framför stallet och ned till dräneringen under finns förutsättningar att fosfor från gödseln binds på vägen ned genom marken för en viss tid.

### 1.2.2 Platser med risk för fosfortransport

När man har identifierat belastningsnivåer i hagens olika delar blir andra steget att se över om det finns plaster i hagen som indikerar en potentiell risk för fosfortransport det vill säga platser där vattenflöden kan föra med sig näring. Detta har med vattenflöden, topografi, dränering, samt närhet till skyddsvärda vatten att göra (se avsnitt 2.5). Några typiska exempel på riskområden beskrivs nedan.

#### Dränering

Hur stor volym jord som vattnet kan infiltrera påverkar hur stor mängd växtnäring som kan bindas. Här kan dränering och dräneringsdjup påverka. Ofta ligger det en dränering precis intill huskroppen med grusåterfyllnad. Om den ligger precis utanför stallet kan den utgöra en flödesväg för näringsrikt vatten från den högst belastade ytan. Ligger den däremot under exempelvis en veranda minskar risken för snabb transport. Hur takvatten leds kan också påverka flödesvägarna till och genom dräneringen (läs mer i avsnitt 2.5).

#### Det går ett öppet dike eller en bäck genom hagen

Om det finns ett öppet dike eller en bäck som rinner genom rasthagen finns risk att hönsen kan vistas vid vattnet och att de gödslar och krafsar i dikeskanten. Här finns också risk att stående ytvatten i närheten eller ytavrinning i samband med kraftiga regn ger upphov till erosion och transport av gödsel och partikelbunden fosfor direkt till diket, särskilt om marken lutar mot diket.

#### Ytvattenbrunn eller grusfilter

Dräneringsbrunnar och grusfilter är placerade i lågpunkter eller i områden med mycket täta, kompakta jordlager för att snabbt föra bort överskottsvatten och minimera stående ytvatten. Om gödsel förorenar det vatten som avleds via dräneringen finns risk att mycket fosfor når nedströms liggande diken, sjöar eller vattendrag via dräneringsledningarna.

#### Stående vatten

Stående vatten kan ansamlas på mark som inte hinner infiltrera regnvattnet, eller på vattenmättad mark. När det bildas stående vatten på mark som är vattenmättad kan jorden lätt slamma igen och det bildas sprickor när den torkar. Små tillfälliga pölar är inte en risk i detta sammanhang.

## Ytavrinning och erosion

Viktiga riskfaktorer för erosion är lutning/sluttning, bar mark samt kraftigt regn eller vattenmättad mark. När de sammanfaller kommer små partiklar, särskilt lerpartiklar, lätt i rörelse med ytvattenflöden och skapar erosion. Fårorna som bildas syns ofta ett tag efter att marken har torkat.

## Jord med sprickbildning

Jordar med sprickbildning får höga flöden av vatten genom sprickorna vid kraftiga regn istället för att regnet infiltrerar jämnt över ytan. Detta kan ge förutsättningar för transport av partikelbunden fosfor eller löst fosfor om vattenflödet föregås av vattenmättade förhållanden.

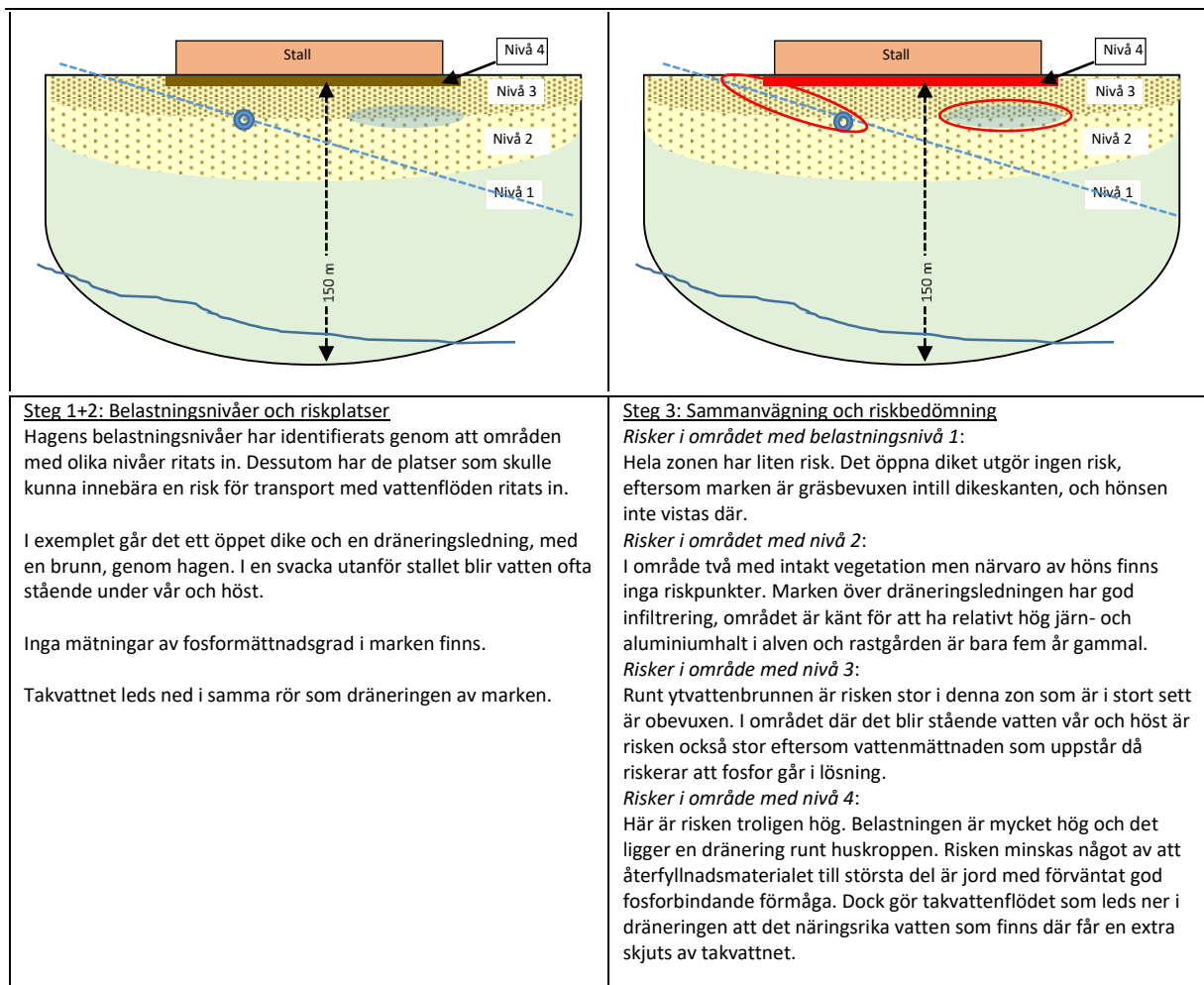
### 1.2.3 Sammanfallande risker och placering i landskapet

I det tredje steget identifierar man de platser i rasthagen där hög belastning sammanfaller med hög risk för transport. Därefter, i steg fyra, sätter man rasthagens riskpunkter i sitt sammanhang i landskapet. Vart tar det eventuellt näringsrika vattnet vägen? Hur långt är det till ett skyddsvärt vattendrag nedströms? Hur stort är avrinningsområdet uppströms detta vattendrag? Det är stor skillnad på en rasthage som ligger i ett stort avrinningsområde med långt till närmaste skyddsvärda vattendrag jämfört med en rasthage som ligger mycket nära ett skyddsvärt objekt i ett litet avrinningsområde. Dels är spädning faktorn mycket olik men även möjligheten till retention på vägen. Dessa faktorer, det vill säga sträcka, spädning, flöden, naturlig retention och skyddsvärda objekt behöver vägas in för att man ska få hela bilden och kunna fokusera på åtgärder som gör nytta.

### 1.2.4 Risksammanvägning - exempel på tillvägagångssätt

Efter första, andra och tredje steget har man god överblick över rasthagen förutsättningar. I figur 2 nedan visas steg 1 hur rastgårdens belastningsnivåer och, steg 2, riskplatser ritas in på en skiss så att de områden som har högst risk i hagen kan identifieras, steg 3.

Med en god överblick över rasthagens förutsättningar är det dags för steg fyra då man undersöker vart vattenflödet som bedömts utgöra en risk tar vägen. På gården i exemplet leds både vattnet från dräneringsbrunnen i belastningsområde 3 och dräneringsvattnet från belastningsområde 4 vidare till ett litet öppet dike. Gården ligger i utkanten av ett stort avrinningsområde och från punkten där dräneringsvattnet når det öppna diket är det ca 2,5 km vattenväg till en större å som leder vidare till en sjö ca 5 km från rastgården. Den större ån och sjön har klassats som måttlig ekologisk status. Det är alltså en lång sträcka som utgörs av det lilla öppna diket och lantbrukaren äger själv hela sträckan. Han brukar klippa med klippskopa för att lyfta ur vegetation när han rensar diket, och därför sker troligen en omfattande näringsretention, och en begränsad påverkan på sjön. Se vidare avsnitt 2.5 och figur 5.



**Figur 2.** Exempel på riskbedömningens första tre steg i en hage som sluttar svagt ned mot ett större öppet dike.

## 1.3 Åtgärder

### 1.3.1 När behövs åtgärder?

Motivet med den här metoden är att hitta områden i hagen där hög gödselbelastning sammanfaller med hög risk för fosfortransport på ett sådant sätt som kan ge påverkan på vattenmiljön. Där risken är stor bör man se över vilka möjligheter som finns att vidta åtgärder för att minska risken, särskilt om det finns känsliga vattendrag nedströms. Det gäller särskilt där tillförsel av mer näringsämnen från hönsrastgården i förhållande till övriga avrinningsområdet blir avgörande för övergödningens problem (se avsnitt 2.5).

Med den kunskap vi har idag kan vi inte översätta risknivån till faktiska förluster och vi kan inte heller kvantifiera vad en åtgärd betyder i faktiska mått. Men genom att i god dialog med producenterna testa åtgärder som verkar lämpliga på de enskilda platserna och sedan följa upp och utvärdera effekten kan kunskap byggas upp. Det är viktigt att ha helheten i fokus så att resurseffektiva åtgärder görs ur ett helhetsperspektiv för gården. Ibland kan det vara klokt att göra åtgärden redan i rasthagen och ibland passar det bättre att göra åtgärden när vattnet passerat ut ur rasthagen. Det är även stor skillnad på att göra åtgärder i befintliga rasthagar jämfört med att bygga in lösningar direkt i samband med nybyggnation.

### 1.3.2 Exempel på åtgärder

Eftersom det inte finns beprövad kunskap på det här området så är åtgärdsförslagen att betrakta som tänkbara möjligheter. Syftet med åtgärderna är att antingen minska belastningen i hagen, att minska risken för frigörelse och transport av fosfor eller att man fångar upp fosfor utanför hagen. Det finns heller inte underlag för kostnader i de olika exemplen eftersom många av dem kräver individuell utformning. I några fall finns delar av kostnader redovisade i faktabakgrunden i kapitel 2. Det är viktigt att ha kostnadseffektiviteten i åtanke när man väljer åtgärder.

#### Takvatten och andra vattenflöden intill stallet

Att *avleda takvattnet så att det inte belastar ytan* precis framför stallet är en förutsättning för att begränsa påverkan från denna yta. Men även om man gör det, vilket de flesta gör, bedöms ytan utgöra en betydande risk för påverkan. Nästa steg kan vara att *hålla flödet av takvatten separat från dräneringsvattnet från högt belastade delar*. Då finns möjlighet att ta hand om det fosforrika dräneringsvattnet separat och eventuellt nyttja det renare takvattnet för exempelvis bevattningsvatten. På det sättet kan man minska det totala vattenflödet i dräneringssystemet ut från rastgården. Ett förslag som ofta nämns men som inte verkar ha utvärderats någon gång i praktiken är att skapa ett tätt skikt framför stallet genom en gummimatta, betong eller liknande och därifrån leda vattnet till en gödselbrunn eller liknade, läs mer utvecklat om alternativ för dräneringsvatten nedan. På det täta skiktet kan man lägga ett för hönsen komfortabelt och hygieniskt material.

#### Åtgärder relaterade till dräneringsvattnet från rasthagen

I en del fall är det tänkbart att det är mer kostnadseffektivt att påverka vad som händer med vattnet när det lämnar rasthagen. Dock finns ännu inte några studier med mätningar i vatten från rasthagar som kan verifiera att dräneringsvattnet kan behöva hanteras separat på detta sätt. Men i händelse av att det skulle vara aktuellt på grund av närhet till skyddsvärda objekt så skulle vattnet kunna ledas av för någon typ av retentionssystem. Det finns många alternativ, där vattnet kunde ledas genom ett filter med fosforbindande förmåga, fosfordamm, våtmark, annan damm, eller till gödselbrunn. Vilket alternativ som skulle vara mest kostnadseffektivt beror till stor del på hur många vattenflöden som sammanstrålar i dräneringssystemet, det vill säga hur mycket vatten man behöver hantera, och hur kostsamt det är att exempelvis separera dräneringsvattnet från rasthagens högst belastade delar från övriga omkringliggande fält, gårdsplan, takvatten och liknande. Hur rasthagen ligger i landskapet har också stor betydelse, det kanske finns goda betingelser för naturlig retention i öppna diken eller går att leda vattnet till befintliga våtmarker eller fosfordammar.

#### Skörda bort växtnäring

Akkumuleringen av näring över tid är en stor utmaning att hantera. Skörd och bortförsl av växtmaterial som tagit upp fosfor är en vanlig tanke som även funnits med som regelförslag för ekologisk produktion på EU-nivå. Det kan fungera bra på de områden där belastningen är minst, belastningsnivå 1 (liten belastning), och nivå 2 (viss belastning), där vegetationen är intakt. I praktiken har tidigare vall och även spannmål odlats, skördats och bortförts från delar av rasthagarna. Med de kommande kraven på fällindelning för varje grupp kommer det dock att bli avsevärt svårare rent praktiskt. För belastningsnivå 2 borde odling av salix för att motverka ytterligare ackumulering i marken kunna sänka risken. En nackdel med salix är att den idag är svår att avyttra. I områden med belastningsnivå 3 där markytan är kal är det främst vedartad vegetation som är aktuell även om det finns exempel på grödor som höns inte tycks gilla som exempelvis hampa. Med en salixgröda är det rimligt att räkna med en bortförsl på 7-8 kg P/ha med stamved. Om även bladverket skördas förs ytterligare ca 6 kg bort, läs mer i avsnitt 2.7.4. En salixgröda skulle kunna fungera att odla även där många höns vistas utan att bli förstörd, och kan också utgöra ett trevligt skydd som lockar till utevistelse. Studier har visat att mycket av gödseln hamnar inom 25 m från stallet det vill säga ytor som ofta har belastningsnivå 3. Det skulle kunna betyda knappt 40-60 kg fosfor per år på en yta av mindre än ett hektar (se avsnitt 2.2 och 2.3). För belastningsnivå 3

skulle skörd av vegetation kunna bidra till att bromsa ökningstakten för fosformättnadsgraden i marken, men med marginell effekt (se avsnitt 2.7.4).

### Byta ut ytskiktet

Gödelsen anrikas i första hand i ytskiktet och därför skulle det kunna vara intressant att fånga upp fosfor där. Det är dock svårt att hitta ytskiktsmaterial som kan binda stora mängder fosfor mer permanent utan att riskera att påverka djurens hälsa eller välfärd. Grus är vanligt närmast stallet eftersom det håller hönsen rena och torra om fötterna. Men i och med att gruset är mycket genomsläppligt både för organiskt material och för lösta ämnen binds gödelsen dåligt. Studier i projektet ”Det är inne att vara en utehöna” (Hellstrand, 2019) visade att mer finkorniga material av sand respektive kalk kan fungera som fysiska filter under utesäsongen, se avsnitt 2.7.5. Men materialen höll inte kvar fosfor när de utsattes för regnsimulering på laboratorium. Så, för att minska belastningen nedåt behöver sådana material föras bort och läggas på till exempel åkermark efter säsongens avslut. Hur ofta är inte klarlagt men sannolikt efter en eller maximalt två utevistelseperioder. Det är alltså inte visat att fosfor kvarhålls bättre i den här typen av material än i jord, men det är ett sätt att använda materialet som ett skydd mot anrikning i underliggande jord.

### Skyddszoner, bortstängsling av höns

För områden med erosionspåverkan exempelvis i dikeskanter, eller kring ytvattenbrunnar, kan en bortstängsling av hönsen minska risken effektivt eftersom deras krafsande annars barlägger marken.

### Locka ut hönsen i hagen

En större spridning av hönsen över hagmarksytan innebär en större fördelning av belastningen. Det kan ske genom att sätta häckar, buskar, stängsel och liknande som lockar hönsen längre ut. För ytan närmast stallet är det dock svårt att räkna med en minskad belastning. Det är generellt svårt att bedöma om och hur mycket belastningen skulle kunna minska eftersom ökad spridning av hönsen kan locka fler höns ut i hagen. En studie har visat att rasthagar med träd har större näringsinnehåll i jorden än rasthagar utan träd (se avsnitt 2.7.4). Det kan dock ha stor betydelse om man kan locka hönsen bort från områden som tidigare haft hög belastning eller där det finns en ökad risk, exempelvis om det uppstått erosionsproblem till följd av bar jord.

### Flytta mellan fällor

Ett sätt att hålla markvegetationen mer intakt och ge möjlighet att odla grödor för att utnyttja näringen från hönsen är att växla mellan olika betesfällor. Detta kan vara svårt för stora anläggningar så som de generellt ser ut idag och med kommande krav på fällindelning för ekologisk produktion.

## 1.4 Kväveförluster och kväveåtgärder

Den här rapporten berör i första hand fosforförluster och fosforåtgärder, men är till stor del tillämpbar även för riskbedömning av kväveförluster. De olika nivåerna för gödselbelastning gäller för kväve på samma sätt som för fosfor. Kväve lagras inte på samma sätt i marken som fosfor och marken som en buffert genom inbindning är därför inte aktuell för kväve. Därför kan man också räkna med mer direkta kväveförluster genom utlakning än för fosfor, medan erosionsförlusterna utgör en mindre del. En del av kvävet från gödelsen kommer också att avgå i form av ammoniak och genom denitrifikation. Utlakningen av kväve hänger förutom gödselbelastning nära samman med jordart, och är större för lätta jordar än för lerjordar.

En orsak till att lägga mindre fokus på risken för kväveförluster från rasthagen är att det är små mängder jämfört med den totala förlusten av kväve från produktionen och jämfört med kväveläckaget från spridningsarealen (avsnitt 2.6.2). Ett undantag kan vara rasthagar som ligger höglänt i genomsläpplig jord med nära till grundvatten på grund av risken för förhöjda nitrathalter (avsnitt 2.6.3).



# Kapitel 2 Faktabakgrund om näringsbelastning och åtgärder

## 2.1. Inledning till faktabakgrund

Kunskapen om näringsförlusternas omfattning från rasthagar för fjäderfä, och om åtgärders effekt är bristfällig. Det finns en del internationella studier av utevistelse och gödselbelastning i hagar och en svensk studie. Däremot är det svårt att hitta information om näringsläckage från rasthagar för fjäderfä och om effekten av åtgärder. Faktabakgrunden nedan sammanfattar studier av gödselbelastning i hönsbaserade hagar, kunskap om riskfaktorer för näringsläckage som hänger ihop med hagens förutsättningar, samt bakgrund till olika tänkbara åtgärder som finns med i kapitel 1. I första hand behandlas risken för fosforförluster, men även kväve diskuteras.

## 2.2 Utevistelse och gödselbelastning i rasthagar

### 2.2.1 Fördelning av hönsgödsel inne och ute

I och med att hönsen inte aktivt väljer gödslingsplatser kan man anta att gödseln fördelas jämnt över tiden där hönsen vistas (Menzi m. fl., 1997). Hur fördelningen blir av gödsel i stallet respektive ute i hagen hänger därmed nära samman med hur mycket tid som hönsen vistas inne respektive ute. Mängden gödsel som hamnar ute kan i så fall baseras på en stallbalans över mängden producerad gödsel i kombination med uppskattningar av antal "hönstimmar" ute i relation till inne. Detta är dock svårt att uppskatta i praktiken eftersom utevistelsen varierar kraftigt beroende på väder, säsong, hönshybrid, flockstorlek, tid för insättning, rasthage med mera. Enligt Jensen (1983) gödslar hönsen mer vid vila än vid rörelse, vilket kan betyda att man överskattar gödselandelens ute med denna metod. I försökssammanhang kan man utgå från en stallbalans över total mängd producerad gödsel och subtrahera mängden gödsel som sålts eller spridits, där differensen bör vara den mängd som har hamnat i hagen (Gustafson m.fl., 2006). Även detta är svårt att åstadkomma i praktiken, genom att siffrorna blir mycket osäkra på grund av till exempel varierande torrsubstanshalter i gödseln (Malin Lovang, muntl.).

### 2.2.2 Medelbelastning av gödsel ute i rasthagen

De gällande EU-reglerna (EG nr 589/2008) och kommande (EU 2020/464) för ekologisk äggproduktion kräver en betesyta motsvarande 4 m<sup>2</sup>/höna, vilket också gäller för konventionella utehöns genom EUs handelsnormer (EG nr 589/2008). I vissa länder kräver nationella regler rotationsbete för att minska parasittryck och för att vegetationen ska kunna återhämta sig. I Sverige har vi en begränsad betessäsong, och därmed ett naturligt avbrott. Arealkravet har delvis sin grund i att EU-kommissionens expertgrupp för tekniska råd angående ekologisk fjäderfäproduktion ville använda gränsvärdet maximal tillförsel 170 kg totalkväve per hektar och år från EUs nitratdirektiv för nitratkänsliga områden men på skiftesnivå för rasthagen. I rapporten från EU-kommissionens expertgrupp (EGTOP/4/12) säger man att en god utevistelse är när 30% av hönsen vistas ute.

Om man ser till svenska förhållanden med en utesäsong under maj till oktober, så skulle cirka 5% av årgödseln hamna ute om 30% av hönsen vistades ute 8 timmar om dagen under denna tid (författarnas egna beräkningar,  $(30/100 \times 8/24 \times 6/12 = 5\%)$ ), baserade på jämn gödsling under dygnet). Enligt Jordbruksverkets siffror för hönsgödselns kväve- och fosforinnehåll skulle det betyda en belastning av 19-22 kg P och 85 kg N/ha per hektar och år i medel över ytan, vid hönstätheten 4 m<sup>2</sup>/höna. Fosforinnehållet i gödseln från en ekologisk höna uppskattas vara 183 g och hos en konventionell 155 g per år, enligt Jordbruksverkets beräkningsprogram VERA. Kväveinnehållet är ca 680 g per höna och

år. Denna grad av utevistelse är i praktiken överskattad för stora besättningar. Enligt litteraturstudien nedan är en utevistelse om 10% mer realistisk. Med en utesäsong under maj-oktober och utevistelse dagtid skulle det innebära att knappt 2% av gödseln hamnar ute. Det skulle medföra en medelbelastning på hagens yta av 6-8 kg P/ha och knappt 30 kg N/ha. Dock fördelas inte gödseln jämnt över ytan.

### 2.2.3 Belastningens fördelning i rasthagen

Även om medelbelastningen av gödsel på en hage är måttlig så leder den ojämna fördelningen till att vissa delar kan vara mer eller mindre opåverkade, medan små ytor får en stor gödselmängd per ytenhet. Studier av påverkan på marken i stora besättningar, visar att det är 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 (Chiello m.fl., 2016; Maurer m.fl., 2013; Wiedemann m.fl., 2018), vilket säger mycket om hönsens vistelsetid på olika ytor. Wiedemann m.fl. (2018), som undersökte 14 gårdar med gruppstorlekar på 2500-22000 höns, beräknade att 80% av gödselbelastningen skedde inom 25 m från stallet. I en hönsbesättning med 18 000 höns skulle det utgöra ca 6-7% av ytan om stallbyggnadens längd är ca 75 m och de går ut på båda sidor om stallet samt på kortsidan (författarnas egna uppskattningar), vilket också stämde väl med en studie under svenska förhållanden, se avsnitt 2.3.

### 2.2.4 Hur mäter man utevistelse och hönsens fördelning?

Beroende på om det är gödselbelastningen eller djurens utevistelsebeteende man är intresserad av används olika inventeringsmetoder. Räkning av höns ger direkt information om deras fördelning och beteende, där till exempel fotografering används (Chiello, m.fl., 2016). Svagheten hos metoder med räkning av höns är svårigheten att täcka in den stora variationen i utevistelse beroende på tid under dygnet, under säsong och på väder.

Mätning av individers rörelser med olika typer av sändare ger information om rörelsemönster, och gör det möjligt att följa enstaka individer i en stor flock, vilket kan vara ett syfte i sig för att utvärdera till exempel djurvälstånd i storskaliga system (Siegford, m.fl., 2016).

I Healthy Hens Project VAH1005 (Stephen Edge, ADAS) togs en metod fram att räkna spillningens fördelning över markytan för att beskriva var hönsen rör sig under en begränsad tid och hur mycket gödsel som hamnade ute under denna period. Marken plockades ren före observation varefter 1m<sup>2</sup>-rutor märktes ut på 5, 10 och 25 m avstånd från stallet. Antal gödselkluttar per kvadratmeter räknades och gödsel samlades in för viktbestämning.

Att mäta spåren i jorden eller på vegetation av hönsen kan vara ett robust sätt att bedöma den samlade fördelningen av höns och/eller deras gödsel över tiden. Jordprover för bestämning av mineralkväve och/eller vattenlöslig fosfor i det översta skiktet av marken (0-10 cm) användes av Kratz m.fl. (2004) som ett mått på gödselbelastningen. Man konstaterade att fosfor, som är mindre rörligt än kväve, är en mer stabil indikator på påverkan än kväve. Mätningar av markens näringsinnehåll, i kombination med påverkan på vegetation användes som ett mått på hönsens fördelning av sin tid i hagen i en studie av Wiedemann m.fl. (2018).

### 2.2.5 Utevistelse i stora besättningar

Den samlade erfarenheten av utehöns, såväl praktiskt som vetenskapligt, visar att variationen i utevistelse är mycket stor, både vad gäller mängden höns som är ute, var de vistas och hur lång tid de är ute. Många faktorer påverkar, både i utemiljön och i beteendemönster för grupp och individ. På samma gård med samma utemiljö kan det variera mellan grupper och år. Samtidigt har ett intensivt test- och rådgivningsarbete på ekologiska gårdar visat på goda möjligheter att öka utevistelsen både genom att skapa attraktiva utemiljöer med skugga, skydd och lä samt genom att påverka hönsens vilja att söka sig ut i hagen genom exempelvis tuppar i flocken (Åsa Odelros muntl.). Att vidta särskilda åtgärder för att

främja hönsens utevistelse och spridning över betesytan är ett genomgående tema inom rådgivning för ekologisk produktion (Odelros & Gustafson, 2007) av djurvälståndsskäl.

Flera studier visar att utevistelsen (antal höns ute vid en given tidpunkt) generellt är negativt korrelerad med gruppstorleken (t ex Bubier, 1998; Hegelund m.fl., 2005; Chielo m.fl., 2016). Studier indikerar att det finns en brytpunkt där flockar med fler än 500 höns har lägre utevistelse (Grigor, 1993). Antalet höns som går ut behöver inte vara mindre i en stor besättning, men i stora grupper kan de vara ute mindre frekvent och under kortare tid (Gebhardt-Henrich m.fl., 2014), vilket påverkar antalet ”hönstimmar” i hagen, men variationen mellan individer är stor. I stora grupper, där rangordning är satt ur spel, är ”grupptricket” större än i små grupper, och om man lyckas få många att gå ut har det visat sig att det kommer att dra med sig fler, och längre ut i hagen (Grigor, 1993). I en studie av Larsen m.fl. (2017) gick de flesta höns (70-80%) i en besättning om 18 000 höns ut varje dag, men utevistelsen varierade mellan några minuter till 6 timmar per dag och antalet besök ute i hagen mellan en och 25 ggr per dag.

Om man ska sammanfatta utevistelser i stora besättningar så är en vanlig siffra i ett flertal studier att 5-12% av hönsorna går ut, men det finns även rapporter om att så många som 20-40% av hönsorna vistas ute. Detta verkar vara siffror som representerar mycket goda förhållanden (Zeltner & Hirt, 2003; Bubier, 1998; Hegelund m.fl., 2005; Chielo m.fl., 2016). Utevistelsen och hur den påverkades av olika faktorer undersöktes systematiskt i en dansk studie av hönsgrupper i olika storlekar (Hegelund m.fl., 2005). De faktorer man tittade på var temperatur, nederbörd, vind, ålder, tid på säsongen och gruppstorlek. Som ett medeltal för alla grupper vistades 9% av hönsen ute (dagtid, hela året). I en modell man tog fram räknade man med att en utevistelse om 15-20% representerar optimala förhållanden för grupper med fler än 3000 individer.

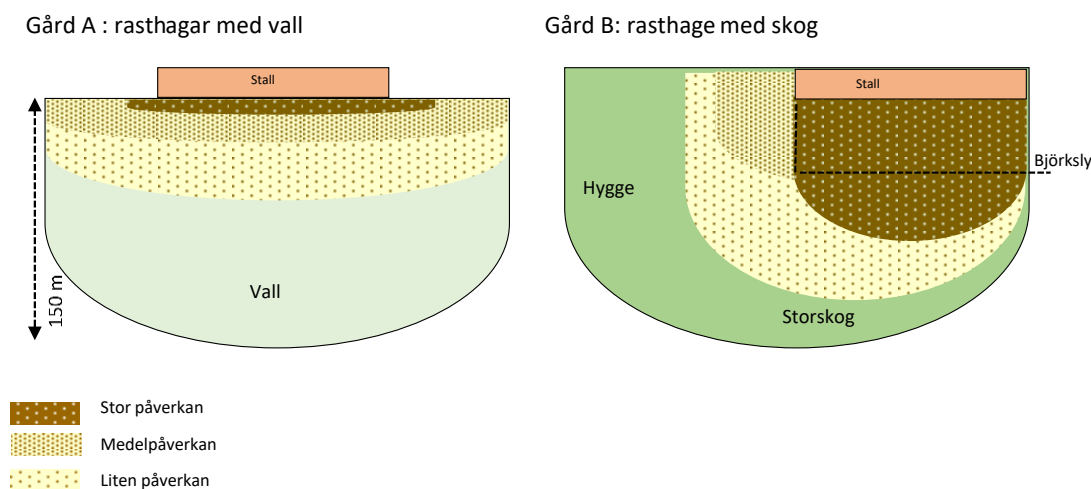
## 2.3 En svensk studie av utevistelse och gödselbelastning

### 2.3.1 Inventering på två gårdar

I en kartläggning på två gårdar i södra Sverige inom projektet ”Det är inne att vara utehöna” (Stiftelsen lantbruksforskning projektnr O-16-23-751, Aronsson m fl, 2020) övervägdes olika metoder att studera utevistelse och hönsens fördelning ute. Gårdarnas besättningsstorlek var 18 000 höns och de hade rasthagar på båda sidor stallet. Valet föll på att använda slitaget på vegetationen under sen höst som ett mått på hönsens fördelning i hagen under säsongen. Detta gjordes för att kunna integrera hönsens spridning i hagen över tiden på ett robust sätt. Undersökningen gjordes under två år genom inventering av hönsens slitage på vegetationen i tre sidor med rasthagar med vall och en sida med skog. Utifrån observationerna identifierades fyra klasser för hönsens påverkan på vegetation. Stor påverkan: bar mark med förekomst av enstaka växter (0-25% Vt), Måttlig påverkan: förekomst av bara fläckar i annars intakt, men ofta hårt betad vegetation (vanligen 75-100% Vt), Liten påverkan: få spår av höns, t ex gångar i gräset och enstaka fjädrar, i annars opåverkad vegetation och Ingen: inga spår av höns. Den här indelningen ligger till grund för av belastningszonerna i för metoden som beskrivs i kapitel 1.

Hönsens påverkan visade en kraftig gradient från hönsstallet och utåt i hagen (figur 3), med den största påverkan inom 0-9 m från utgången för hagarna med vall, vilka motsvarande en yta av 3-4% av hagens totala yta. Ytan från 9 m upp till 25 m från huset som också var påverkad av hönsen utgjorde ytterligare 5-6% av ytan (tabell 1). Det fanns en variation i hönsens påverkan inom zonerna, där slitaget var hårdare i häckar av jordärtskocka, buskage av vresros och under skydd med tak för hönsen. I skogshagen var det tydligt att ungsbogen utgjorde ett skydd som lockade till utevistelse. Under det andra året var hönsen ute mer och vågade sig även ut i storskogen. Andra året var det en ny hönsbesättning på plats, som uppenbarligen hade ett annat beteende än den innan. Upp till 39% av ytan utnyttjades av hönsen i skogshagen jämfört med endast ca 20% i vallhagarna. 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.



**Figur 3.** 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.

**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 hönor i varje och tre grupper per sida av huset. Varje höna hade tillgång till 4m<sup>2</sup>. Vt=vegetationstäckning

	<b>Stor</b> Bar mark, enstaka gröna fläckar (0-25% vt)	<b>Medel</b> Mer eller mindre intakt vegetation (25-100% vt)*	<b>Liten</b> Få spår av höns i vegetationen (100% vt)	<b>Ingen</b> Inga spar 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.

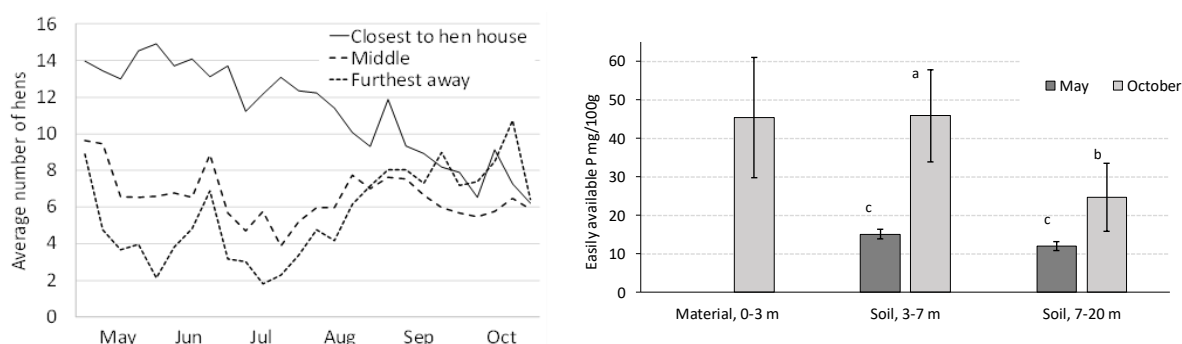
### 2.3.1 Fältstudie på Lövsta forskningsstation

Projektet ”Det är inne att vara utehöna” (Stiftelsen lantbruksforskning projekt nr O-16-23-751) innehöll även en fältstudie på Lövsta forskningsstation där utevistelse och näringsbelastning undersöktes. Under 1 maj till 31 oktober 2018 undersöktes två typer av marktäckande material, sand respektive foderkalk, som lades i en bädd (20 cm tjock) utanför stallet som en metod för att kvarhålla fosfor i den gödsel som hamnar där. I studien ingick 9 rastgårdar (ca 70 m<sup>2</sup>), med 75 höns i varje (1,1 m<sup>2</sup> per höna). Hönsen hade tillgång till rastgården dygnet runt. Utevistelsen dokumenterades två gånger per dag i 3 delar av rastgårdarna (Aronsson m.fl., 2020).

Utevistelsen var god under hela utesäsongen, men avtog under hösten (figur 4a). I medeltal vistades 43% av hönsen ute i samband med observationstiderna i maj och 26% av hönsen i oktober, alltså

betydligt fler än vad man kan räkna med i stora besättningar. Utevistelsen, och därmed även gödselbelastningen, var störst nära hönshuset. Vid analys av fosforinnehåll i jordens ytskikt (0-10 cm) i oktober visade det sig att ytan 3-7 m från stallet hade signifikant högre fosforinnehåll än ytan bortanför 7 meter från utgången (figur 4b).

De marktäckande materialen påverkade inte hönsens beteende eller utevistelse. Under påföljande år, 2019, fortsatte mätningarna av utevistelse med medel från Jordbruksverket (Wahlund m.fl., 2020), då med en hönstäthet motsvarande 1,6 m<sup>2</sup>/höna. Under denna säsong var utevistelsen i medeltal 27%, och andelen fosfor i gödseln som hamnade ute motsvarade 31%, baserat på balansberäkningar. Belastningen på rasthagsytan uppskattades till 31 g P per kvadratmeter. Skillnaden i P-AL i ytskiktet i området 3-7 m och området 7-20 m hade utjämnats i oktober 2019 (Wahlund m.fl., 2020). Fältstudiens höga nivåer av utevistelse kan representera en god utevistelse med hög djurtäthet, och hur representativt det är för ytan utanför stallet hos en storskalig produktion är svårt att säga.



**Figur 4 a)** Medelantal höns per vecka under 1 maj – 31 Oktober i rastgårdarnas delytor; 0-3 m (closest), 3-7 m (middle) och 7-20 m (furthest) från hönshusets utgångar (Salomon et al, 2020), **b)** Medelvärden för lättlöslig fosfor (P-AL) i början av maj och i slutet av oktober i de marktäckande materialen (0-3 m) och i jorden i de två delytorna i resten av rastgården (3-7 och 7-20 m), provtagningsdjup 10 cm. Materialen innehöll ingen P i maj. Signifikanta skillnader mellan delyta 3-7 m respektive 7-20 i maj och oktober visas med små bokstäver ( $p < 0,05$ ) (Aronsson m. fl., 2020)

## 2.4 Markens buffringsförmåga mot fosforförluster

### 2.4.1 Buffringsförmågan beror av bindningsförmåga och mättnadsgrad

Studier av åkermarker har visat att jordens förmåga att binda fosfor kan ha stor betydelse för att skydda mot fosforläckage. Järn- och aluminiumrika jordar kan binda stora mängder fosfor i matjord och alv, förutsatt att vattnet infiltrerar jämnt nedåt. Även om en jord har många bindningsställen kan däremot sprickbildning och kompakta skikt i marken innebära att vattnet rör sig förbi dem (Andersson m.fl., 2015). För kväve finns ingen buffringsförmåga på samma sätt.

En jord som kan binda fosfor har kvar denna buffrande förmåga så länge det finns många bindningsställen kvar, men den avtar med ökande fosforinnehåll i marken, det vill säga ökande mättnadsgrad (Börling m.fl., 2004; Heckrath et al. 1995; Pote et al. 1999; Torbert et al. 2002). Så småningom kan själva grundnivån på läckaget öka, och då kan det fortgå under lång tid. Sambandet mellan jordens fosformättnadsgrad och förmågan att adsorbera eller släppa ifrån sig löst fosfor (Tarkalson & Mikkelsen 2004) har bland annat studerats i Holland och Belgien där man även försökt identifiera en kritisk nivå (Schoumans & Groenendijk, 2000; van der Zee et al., 1990; De Smet et al., 1996), som verkar ligga runt 25% fosformättnadsgrad. Detta har hittills inte gått att verifiera i svenska studier, se nedan 2.4.2.

För jordar med lågt innehåll av järn och/eller aluminium och hög halt av fosfor kan man troligen inte räkna med ett långsiktigt buffrande mot läckage från gödselbelastade ytor. För jordar med höga halter järn och aluminium kan jorden fortsätta buffra även om fosfor tillförs och fosforhalterna är relativt höga, förutsatt att fosfor kommer i effektiv kontakt med jordens bindningsytor.

## 2.4.2 Svenska åkerjordar

För svenska jordars förhållanden saknas mycket kunskap, men det finns alltså resultat som visar att för jordar med riklig förekomst av järn och aluminium så kan marken buffra mot läckage under lång tid, även om fosfor tillförs årligen (t ex Liu m.fl., 2012). Genom den markkartering av svensk åkermark som gjordes åren 2011-2012 omfattande cirka 13 000 matjordsprover finns en tillgänglig databas som inkluderar bland annat värden för P-AL, Fe-AL och Al-AL för jordar i södra Sverige (Jordbruksverket, 2015). Den kan ge en grov indikation på hur det generellt ser ut i olika regioner.

Preliminära resultat från en mätserie av svenska åkerjordar (Blombäck, muntl.) med varierande fosforinnehåll analyserades innehållet av ammonium-laktat-(AL)-lösligt fosfor, järn (Fe) och aluminium (Al). Fosformättnadsgraden beräknades med formeln  $(P-AL)/(Fe-AL+Al-AL)$  och sattes i relation till mängden potentiellt utlakningsbar fosfor i jorden. Potentiellt utlakningsbar fosfor antogs vara likvärdig med fosfor extraherad med kalciumkloridlösning. Sambandet mellan fosformättnadsgrad och risk för att det bildas utlakningsbar fosfor i marken är i studien tydligt, och linjärt.

## 2.4.3 Skogsförhållanden

När det gäller skogsmarkens fosforbindande förmåga så har frågan inte haft stort fokus med avseende på risk för läckage, men för hönshagar i skog är den relevant. Skog kan växa på före detta åkermark, med liknande jordmån som en sådan, men den typiska skogsjordmånen podsol skiljer sig från en åkerjord genom att vara tydligt skiktad. I podsolen finns ett så kallat anrikningsskikt med hög halt av järn och aluminium. Detta skikt har potentiellt en bra fosforbindningskapacitet, förutsatt att vattnet passerar därigenom och rör sig jämnt, så att fosfor kommer i kontakt med bindningsställena.

Skogsjordar har troligen ofta låga halter av löslig fosfor, till skillnad från åkerjordar, genom att de inte har gödslats. I en studie av några svenska skogsjordar hade de flesta jordar som extraherades med natriumnitrat knappt detekterbara halter av fosfatfosfor (Tiberg m.fl., 2018). Det pekar på en liten läckagerisk som utgångsläge. Därför kan vi anta att fosformättnadsgraden för många skogsjordar är låg och förmågan att binda fosfor i det järn- och aluminiumrika skiktet är god. I en skogsjord finns emellertid förutsättningar för att det skapas ett stabilt porsystem som kan innebära snabba transportvägar för fosfor från markytan och nedåt. I moränmark kan man dessutom tänka sig att vattnet tar speciella flödesvägar runt block och stenar i marken istället för att röra sig jämnt genom jordprofilen. Det kan minska fosforbindningen även om det finns en fosforbindande förmåga hos jorden i sig. På blöta marker kan det också finnas risk att vattnet rör sig i ytligare skikt och aldrig passerar den järn- och aluminiumrika horisonten.

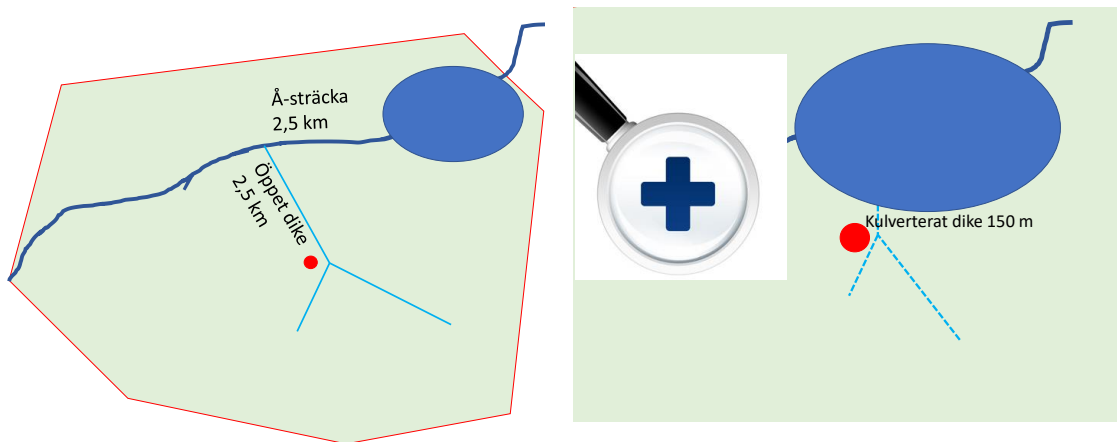
## 2.4.4 Ängs- och naturbetesmark

Det finns än färre studier av fosfordynamiken i ängs- och naturbetesmark än av skogsmark. Men marker som varit ogödslade en längre tid kan förväntas ha lägre halter av löslig fosfor än åkermark som nyss omvandlats till hönshage. Liksom i skogsmark finns det en markstruktur som utvecklats över längre tid vilket gör att det kan finnas flödesvägar i porer och kring stenar i marken som ger snabba flödesvägar för fosfor.

## 2.5 Landskapets avvattnings och risker för fosforförluster

### 2.5.1 Avrinningsområdets storlek och recipientens status

Rasthagens placering i landskapet påverkar risken för negativ påverkan på vattenmiljöer av växtnäring från rasthagen. Riskerna för negativ påverkan beror av förhållanden i recipienten, storleken på avrinningsområdet och hur långt ifrån den känsliga recipienten rasthagen befinner sig. Om vattnet från rastgårdens mest gödselbelastade delar avvattnas exempelvis till nedströms liggande diken innan det flera kilometer senare når ett känsligt vattendrag eller sjö, så kommer det att ske en naturlig retention på sträckan. Vegetationen i diket tar upp växtnäringen och partikelbunden fosfor sedimenterar på dikesbotten där bottenlutningen är svag och flödet sakta. Omvänt kan fosforrikt vatten som avleds från en rasthage direkt till ett närliggande känsligt vattendrag ha stor betydelse för vattnets kvalitet om det totala avrinningsområdet är litet. Där kan det vara mer relevant att satsa på åtgärder för att ta hand om rastgårdens läckage innan det når recipienten. Detta illustreras av figur 5.



**Figur 5.** Bilderna visar exempel på hur läget för en rastgård i landskapet kan tänkas inverka på risken att påverka en sjö nedströms rastgården. I fallet till vänster ligger den tänkta rastgården ca 5 km från sjön, och hela det öppna diket (2,5 km) ned till ån kan slå och skötas så att retentionen av näring längs denna sträcka maximeras och påverkan på sjön potentiellt är relativt liten. I fallet till höger ligger rastgården nära sjön (150 m) och avvattnas med rörlagda diken till sjön. Här är risken för påverkan troligen betydande och åtgärder kan vara kostnadseffektiva.

Öppna diken är ofta beväxade med vegetation som både tar upp löst fosfor (och kväve) samt fångar upp partiklar som fastnar på växter och sedimenterar på dikesbotten. I rörlagda diken eller dräneringsledningarna finns ingen naturlig retention, vattnet transporterar eventuell fosfor och kväve direkt vidare till nedströms liggande recipient. En central fråga är därför hur vatten dräneras från de hårdast näringsbelastade ytorna i hagen, hur mycket fosfor det för med sig och var åtgärder går att sätta in för att få bäst effekt innan det når en skyddsvärd recipient.

### 2.5.2 Transportvägarna och jorden

#### Erosionsrisk

Ytavrinning och sprickbildning i marken ökar risken för direkt transport av gödsel och jord både till dräneringsledningarna och till ytvatten. Den högst belastade ytan i rasthagen är oftast bar. För mark som lutar och/eller har en dålig genomsläpplighet finns därmed erosionsrisk under stora delar av året, om vädret ger förutsättningar för det.

Typiska riskjordar för erosion i Sverige med avseende på fysiska förutsättningar för förluster är lerjordar med dålig struktur samt mo- och mjälajordar (Ulén och Jacobsson, 2005). Mo- och mjälajordarna är

typiska erosionsjordar, och ligger ofta i böljande terräng där vattnet kan ta vägar som för med sig jord under perioder då marken är dåligt bevuxen.

Lerjordar med strukturproblem kan drabbas både av sprickbildning med ojämn infiltration som följd, och ytvattenbildning som leder till erosionsrisk. Lerpartiklarna är små och sköljs därför lätt bort vid ett kraftigt vattenflöde genom sprickbildningen.

### Läckagerisk för fosfor

Sandjordar har ofta jämnt genomflöde av vatten och partiklarna är så tunga att de inte eroderar så lätt. I de fall det finns gott om järn och aluminium är läckaget väldigt litet, men ofta har sandjordar i sig låg bindningskapacitet för fosfor och därför utpekas sandjordar med låga halter av järn och aluminium som riskjordar för läckage av löst fosfor enligt Ulén och Jacobsson (2005).

Vattenmättade förhållanden liksom större (inte små pölar) ansamlingar av vatten på ytan istället för infiltration ökar fosfors löslighet genom att syrefria förhållanden uppstår. Stående vatten på lerjord kan också försämra markens struktur och därmed öka risken för sprickbildning samt hämma växtligheten.

### Betesmark och skogsmark

Markens struktur ser annorlunda ut i en betesmark som inte jordbearbetats under lång tid, till skillnad från åkermark. I mark som inte bearbetas utvecklas en mer permanent struktur, där rötter och maskgångar skapar stabila porsystem. I skogsjord finns sannolikt ett mycket stabilt porsystem som uppkommit genom åren, även om det inte finns dagmask i samma utsträckning som bidrar till porer.

Mark med stabil struktur har ofta mindre erosion. Men samtidigt vet vi att jord som inte bearbetas ibland får något förhöjt läckage av löst fosfor (Aronsson m.fl., 2019). Det kan bero på ett mer sammanhängande porsystem. Det är mycket tänkbart att en skogsjord eller ängsmark har passagevägar för vatten i högre utsträckning än en åkerjord, som leder vatten och fosfor förbi bindningsställen från markytan och nedåt, vilket gör att den fosforbindande förmågan inte utnyttjas fullt ut. Detta är dock svårt att bedöma i fält.

## 2.6 Kväve och kväveförluster

### 2.6.1 Kväve i rastgården

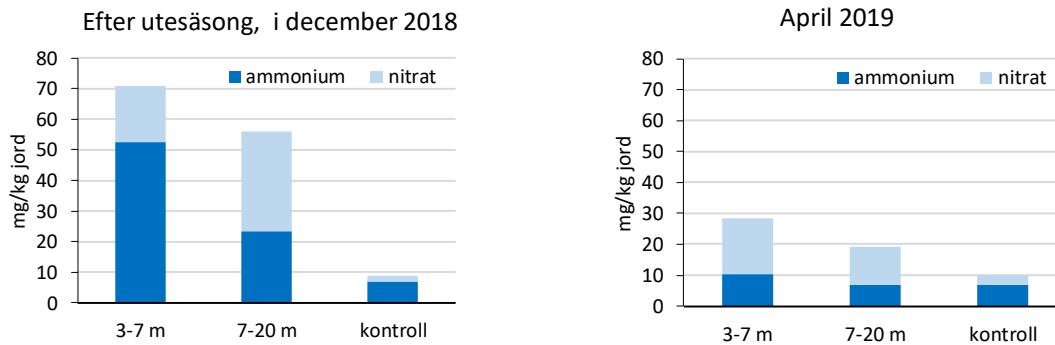
Kvävet i färsk höns gödsel utgörs till 60-70% av urinsyra och till ca 10% av ammonium, medan övriga kväveföreningar utgörs av främst proteinrester och kreatinin (Kirchmann, 1991; Nahm, 2003; Petersen och Kjellerup, 1996). Urinsyra omvandlas till ammoniumkväve av bakterier relativt snabbt, förutsatt att det är aeroba förhållanden, att torrsustanshalten är under 60 % och att temperaturen över 10 °C (Nahm, 2003). Hur stor del av ammoniumkvävet i gödseln i rastgården som förloras som ammoniak beror på bland annat på väderförhållandena. Det som blir kvar omvandlas snabbt till nitrat så länge det inte råder vattenmättade förhållanden. Det är nitratkvävet som riskerar att förloras till vattenmiljön genom läckage.

Dock förloras en stor del av gödselkvävet i form av ammoniakavgång hela vägen mellan hönan och rastgården. I stallet förloras 10-20 % av kvävet som ammoniak, och därefter förloras ytterligare ca 20 % under lagringen (VERA, 2020). Vid spridning av gödsel förloras upp till 20-40 % av det kvarvarande kvävet (Kvarmo m. fl., 2020; Webb m.fl., 2012). Sammanlagt blir det, om man räknar med mitten av alla intervall, en förlust till luften av 45-50 % av den totala mängden kväve som finns i hönsens gödsel från början. Detta är en förlustsiffra som bör kunna appliceras på både den gödsel som sprids på åkermark, och den gödsel som sprids av hönsen i rastgården.

Med en utevistelse på 10% kommer ca 2% av den totala gödselmängden att hamna i hagen. Med 18 000 höns i en hage med storleken 7.2 ha, skulle det innebära en kvävebelastning på 216 kg kväve totalt sett, innan ammoniakförlusterna är borträknade, se avsnitt 2.2.2. Om man räknar med en ammoniakförlust motsvarande 45% återstår 119 kg gödselkväve i rasthagen som potentiellt kan utsättas för utlakning, eller i medeltal 17 kg/ha hagyta.



I projektet ”Det är inne att vara utehöna” undersöktes markens innehåll av mineralkväve i ytskiktet (0-10 cm djup) i början av december efter en utesäsong under maj-oktober (se avsnitt 2.3) i ett fältexperiment. Utevistelsen hade varit mycket god under hela säsongen (26-43%) och gårdarna var helt fria från vegetation redan under sommaren (Salomon m. fl., 2020). Halterna av mineralkväve var förhöjda i rastgårdarna jämfört med kontrolltytor utan höns, som representerade naturliga ytor med gräs. Det var högre nivåer än man vanligtvis finner i åkermark på senhösten (Aronsson m.fl., 2003). Under vintern sjönk nivåerna, figur 6, vilket indikerar att förluster skett. I denna studie var hönstätheten 1.1 m<sup>2</sup>/höna, alltså betydligt högre än på gårdar, och utevistelsen var stor, vilket gör det svårt att jämföra med förhållandena på en vanlig gård.



**Figur 6.** Halten av mineralkväve i marken i hönsrastgårdar på olika avstånd från stallet i skiktet 0-10 cm djup ( $n=9$ ) och i kontrolltytor utan höns ( $n=3$ ) (Opublicerat).

## 2.6.2 De stora gödselmängderna hanteras på åkermarken

Vad betyder kvävet i rasthagen om man ser till risker för kväveutlakning på gården som helhet? Med en utevistelse på 10% kommer ca 98% av gödseln att hamna i stallet och spridas på åkermarken. Med regeln om en fosforgiva på max 22 kg/ha för spridningsareal så behövs en spridningsareal på 143 ha för 18 000 höns (fosformängd i gödsel=0,143 kg per höna och år, se avsnitt 2.2.2). Efter ammoniakförluster från stall till spridning av gödsel på ca 45% återstår knappt 6000 kg kväve (motsvarande ca 40 kg N/ha), som ska komma gårdens grödor tillgodo. Det är alltså betydligt mer kväve per ytenhet att hantera på gården som helhet än vad som hamnar i rastgården. Det är viktigt att ha i åtanke när man överväger åtgärder för rastgården eftersom hanteringen av den stora mängden hönskötskväve sker på gårdens åkerareal, och det är mycket viktigt att det sker på ett bra sätt. Utlakningen från Sveriges åkermarker är i genomsnitt 20 kg N/ha och år (Johnsson m.fl., 2019), men ökar snabbt när stallgödsel inte hanteras på ett optimalt sätt, tex spridning vid olämplig tidpunkt eller i höga givor.

## 2.6.3 Höglänta områden med genomsläpplig jord

Högre punkter i terrängen är ofta inströmningsområden, där risk för påverkan på grundvattnet ökar, medan mark i låglänta områden ofta är så kallade utströmningsområden. Ett kraftigt nedåtriktat flöde i ett höglänt inströmningsområde skulle kunna ge påverkan på grundvatten av nitrat.

Typiska riskjordar för kväveförluster är jordar med låg lerhalt där vattnet effektivt sköljer genom jorden och kan ta med sig nitrat, eftersom det inte binds till jordpartiklar (Kyllmar och Aronsson, 2019).

## 2.7 Faktabakgrund åtgärder

Det finns mycket få studier av åtgärder för att kostnadseffektivt minska risken för näringsförluster från fjäderfåhållning med utevistelse. Det finns så vitt vi känner till heller inga studier av strukturerade beslutsstöd för att optimera kostnadseffektiva och hållbara lösningar som ger minsta möjliga påverkan på produktionen.

I de kommande avsnitten sammanställs åtgärder som har föreslagits i litteratur och som vi kan tänka oss skulle kunna vara effektiva under rätt förutsättningar. Det kompletterar förslagen till åtgärder som presenteras i kapitel 1 (avsnitt 1.3). Det är viktigt att skilja på dels om åtgärdsförslagen har provats och utvärderats eller bara föreslagits, samt om det beräknats kostnad i förhållande till den effekt man uppskattat att åtgärden ger. Att uppskatta generella effekter av åtgärder är ofta svårt.

I alla sammanhang när man diskuterar åtgärder är det viktigt att se till helheten och placera insatser för att minska företagets miljöbelastning där det gör bäst nytta ur ett helhetsperspektiv. Det är olämpligt att på förhand utgå ifrån att insatser gör bäst nytta på något visst ställe, exempelvis i rasthagen. Ofta är det lättare att planera för nya system än att genomföra åtgärder i befintliga. Risker för förluster ökar när näringsbelastning sammanfaller med transport till känsliga recipienter, se avsnitt 1.1.1-1.1.3. Det går att påverka risken genom att påverka någon av faktorerna belastning eller transport. Att hantera vattenflöden påverkar risken för frigörelse och transport och att bortföra näring minskar belastningen. Det innebär att även rasthagens placering i förhållande till avrinningsområdet och recipient kan vara en faktor värd att beakta vid utformningen av nybyggnation.

### 2.7.1 Ytan närmast stallet – vart rinner vattnet?

Ytan precis utanför stallet är en begränsad yta, ca 5 m bred, där man alltid kan räkna med en stor belastning av gödsel. Risken beror av hur stor mängd fosfor som kan bindas i marken och hur stora vattenflöden som påverkar ytan.

Om marken är dränerad och har grusats för att exempelvis hålla huskroppen torr kan det innebära att vattnet inte passerar genom fosforbindande jord eftersom gruset inte kan förväntas binda fosfor. Ibland har den ytan överbyggts av en veranda vilket oftast gör att det blir ett djupare jordlager ned för vattnet att infiltrera. Oavsett jordlagret så är det bra om man kan minska vattenflödena på ytan närmast stallet, exempelvis genom att takvatten avleds separat.

### 2.7.2 Vart tar det näringsrika vattnet vägen

Många har föreslagit olika metoder för att fånga upp det näringsrika vattnet från ytan närmast stallet. Den danska rådgivaren (Niels Finn Johansen, SEGES) föreslår en metod för att ta hand om avrinningen från ytan närmast stallet, genom att skapa en flisbädd med botten och leda dräneringsvattnet till gödselbehållaren. Det finns även andra sätt att ta hand om vattnet från ytan, till exempel i vegetationsfilter av gräs (Wiedemann, m. fl., 2018), men det är oklart i hur stor utsträckning det har provats och hur det kan utformas. Hur stor förbättring det skulle innebära att skapa en tät botten jämfört med att hålla dräneringsvattnet från en traditionell dränering från den här ytan skild från andra vattenflöden från omgivande areal och tak är inte undersökt.

Att använda filterkassetter av olika slag kan också vara en tänkbar och en ny typ av lösning (Gunno Renman, KTH, muntl.) vilket diskuterades under en expertworkshop inom projektet ”Det är inne att vara en utehöna”, se 2.7.3. I det här perspektivet är det viktigt att titta på olika lösningar för vart vattnet fortsätter efter rasthagen. Det kan exempelvis finnas topografiska förutsättningar en bit bort som lämpar sig bättre för åtgärder än ytorna närmast stallet. Det kan också ske naturlig retention genom diken som regelbundet underhålls exempelvis genom klippning av vegetation och rensning av slambankar eller genom en redan befintlig damm eller liknande som kan ta emot vattnet.

### 2.7.3 Markstruktur och åtgärder mot erosion

Vegetationstäckning i form av gräs kan skydda mot erosion så länge det finns kvar, och på det viset innebär bevuxen mark mindre risk för fosforförluster än bar mark.

Träd eller buskar skyddar sannolikt mot erosion. Även om marken bearbetas hårt av hönsen under träden är det troligt att träden mildrar risken för ytvattenbildning och erosion genom sin vattenförbrukning och

genom att kronorna fångar vatten som delvis avdunstar. De kan också skydda mot regnets mekaniska inverkan på marken och växtlighetens rötter bildar en armering av jorden som motverkar erosion.

## 2.7.4 Vegetationens upptag av näring och skydd mot erosion

Betydelsen av vegetationens näringsupptag för att minska läckaget påtalas ofta som en viktig faktor för minskat läckage, men är av marginell betydelse, i alla fall om växter inte skördas (näring bortförs) eller är permanent växande. På ytor med mycket höns försvinner emellertid bottenvegetationen ofta snabbt och därför finns det inte så stora möjligheter att skörda bort fosfor i gräs eller andra åkergrödor från högst belastade ytor.

På ytor där vegetationen i huvudsak blir kvar kan odling vara ett alternativ. Att odla spannmål eller vall som skördas i hagen tillämpas på gårdar (Åsa Odelros respektive Malin Lovang, muntligen) även om de kommande reglerna om stängsel mellan varje grupp kommer att avsevärt försvåra och minska den möjligheten (EU 2020/464). För en spannmålsgröda kan fosforskörden med kärna uppgå till ca 15-20 kg P/ha, och kväveskörden till 80-100 kg/ha (Jordbruksverket, 2019). Med en vallskörd på 4 ton bortförs cirka 8 kg fosfor och cirka 110 kg kväve (VERA).

Tillväxt hos träd och buskar kan teoretiskt minska ackumuleringen av fosfor i marken, det är till och med tänkbart att tillväxten hos dem ökar. Att skogsbyte av fjäderfä skulle vara gynnsamt för trädens tillväxt genom näringstillförsel och mekanisk bekämpning av undervegetation kunde emellertid inte verifieras i en studie av Jones m.fl. (2007), men man såg ingen negativ påverkan av hönsens utevistelse på yt- och grundvatten. Andra studier som jämfört näringsinnehållet i marken i rasthagar med och utan träd visade dock på högre halter kväve och fosfor i marken i hagar med träd jämfört med hagar utan träd, 2,6 gånger mer nitratkväve och 2,1 gånger mer fosfatfosfor mätt med Colwell-metoden (Wiedemann et al, 2018).

Salix är en gröda där det finns en del data vad gäller årlig tillväxt och näringsupptag i olika delar, och som kan exemplifiera potentialen hos en skördbar och samtidigt permanent gröda. Opublicerade data från ett 20-tal salixodlingar i Sverige (Pär Aronsson, muntl.) visar att salixskott som skördades vid 3-7 års ålder hade ett fosforinnehåll på 0,75 mg P/g ts. Med en riktigt bra salixgröda kan det vara möjligt att skörda 10 ton ts/ha med stamved, vilket skulle motsvara 7,5 kg P/ha. Till detta kan man eventuellt också lägga 1 kg fosfor/ha i grovrötter. Finrötter och blad som recirkuleras årligen, med undantag för den andel som övergår i markens humuspol utgör, motsvarande 60-70% respektive 30% av stambiomassan. Om man skulle vilja optimera skörden av fosfor skulle skotten av salixgrödan kunna skördas under sommaren för att även få bort bladen men tyvärr är det endast möjligt för gårdar med som växlar fallor från sida till sida eftersom hönsen måste ha tillgång till rastgården under hela växtsäsongen (KRAV). Med en fosforhalt i bladen om 0,3% och en biomassa om 2 ton/ha (Ericsson, 1994; Ingestad, 1979) skulle det kunna innebära en fosforbortförsel om ytterligare 6 kg/ha, alltså en total skörd om 13-14 kg P/ha. Motsvarande stamtillväxt hos till exempel en granskog är lägre än för en välväxande salixgröda, kanske max 5 ton ts/ha när skogen växer som bäst (Pär Aronsson, muntl.).

## 2.7.5 Ytan närmast stallet – svensk studie av marktäckande material

Istället för att ha en hårdgjord yta där gödseln förs bort kan en lösning vara att byta ut ytskiktet närmast huset. Relativt vanligt är att ha grus intill huset. Grus har i sig ingen kemisk förmåga att binda fosfor, och genom att den vattenhållande förmågan är liten och porerna stora, är det fysiska skyddet inte så stort. Jord har en större kapacitet att binda fosfor men eftersom belastningen närmast huset är hög kan det på lång sikt vara intressant att arbeta med ytmaterialet. Att hålla ytan täckt med ett mer effektivt fosforbindande material, som byts ut, är ett sätt att minska belastningen, och det kan också ha andra positiva effekter. Exempelvis undersöktes flis som marktäckande material, vilket minskade trycket av inälvparasiter (Maurer m.fl., 2013).

I projektet ”Det är inne att vara utehöna” på Lövsta forskningsstation se 2.3.1, testades just konceptet att använda utbytbara marktäckande material för ytan närmast stallet (Hellstrand, 2019; Aronsson m.fl., 2020). Det inleddes med en expertworkshop som identifierade intressanta material för fosforbindning (se t ex Cucarella och Renman, 2009) och som samtidigt uppfyllde kriterier vad gällde fysisk funktion, påverkan på djurhälsa och ägg, fosforbindande förmåga, pris, tillgänglighet på marknaden, kompatibilitet med KRAVs regelverk m.m. Material som diskuterades var till exempel biokol, flis, sorbulite och kalkbaserade filtermaterial från stålverksindustrin (t ex paddex, hyttsand och AOD-slagg). De kalkbaserade materialen är kraftfulla och fungerar bra för återföring till åker, men har en begränsad livslängd i kontakt med jord och bedömdes inte som säkra för djurens hälsa. De är heller inte godkända att lägga på åkermark inom ekologisk produktion. Däremot skulle de möjligtvis kunna fungera som ett separat placerat filter för till exempel dräneringsvatten som leds dit från den högst belastade ytan. Material med högt innehåll av järn- och aluminium (t ex järnberikad sand) är mindre adsorberande, men kan vara mer beständiga i en miljö med jord. Workshopen resulterade i slutsatsen att vanlig sand och vanlig foderkalk (båda diameter 0-4 mm) var de mest realistiska materialen att testa, vilket gjordes i en fältstudie med utegående värphöns på Lövsta forskningsstation (se avsnitt 2.3.1), figur 7.



**Figur 7.** Höns på bäddar av grus (vänster), kalk (mitten) och sand (höger) i rastgårdar på Lövsta forskningsstation utanför Uppsala. Foto: Janne Nordlund Othén

Sammanfattningsvis kunde det konstateras att både sand och kalk fungerade väl med avseende på komfort, hälsa och produktion. Hönsen trivdes och föredrog inget material framför något annat. 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. 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. Koncentrationerna av fosfor i vattnet som dränerades bort var höga från både sand, kalk och grus (kontrollerad), men sand och kalk filtrerade bort gödselpartiklar bättre än gruset. Slutsatsen var att material av den här typen behöver bortföras efter utsäsongen eftersom fosfor inte binds permanent. De kan göra det möjligt att öka recirkuleringen av gödselns växtnäring om de utnyttjas som gödselmedel i odlingen.

Materialkostnaden för att använda sand respektive kalk som marktäckande material under ett år varierar mellan 3000 och 10 700 kr/år, beroende på hur många meter ut från hönshuset som täcks av material (5 eller 10 meter), tabell 2. I beräkningen användes en längd på 20 m per grupp vilket motsvarar kravet på minsta sammanlagd längd för utgångshål per grupp i ekologisk produktion (EG) nr 889/2008). I praktiken tillkommer väggytan. Försöket på Lövsta och de två gårdarna i visade att det är stor belastning inom 10 m från stallet och därför beräknades två alternativ, material 5 meter respektive 10 meter ut från stallet. Kostnadsexemplen i tabell 2 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 gödselvärde ingår inte heller. Materialen i fältstudien innehöll 0,7 kg P/ton vid säsongens slut, det vill säga i samma storleksordning som svinflytgödsel. På grund av den höga hönstätheten och den nederbördsfattiga sommaren var näringsanrikningen troligen större än vad man kan förvänta sig i en gårdssituation.

**Tabell 2.** 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/m<sup>3</sup>) och kalken kostade 205 kr/ton (volymvikt 1.3 ton/m<sup>3</sup>)

Material	Sträcka (m) ut från hus	Total yta (m <sup>2</sup> )	Volym (m <sup>3</sup> ), 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

## 2.7.6 Minska hönstätheten i riskområden

Målet med utomhussystem för höns är givetvis att en så stor andel av hönsen som möjligt ska välja att vara ute. Det finns en motsägelse i utvistelse vad gäller växtnäringseffektivitet. Ju större utvistelsen är, desto mer gödsel hamnar i hagen där det kan orsaka problem, och desto mindre utnyttjas effektivt i växtodlingen.

Att skapa en bra utemiljö för hönsen kan emellertid innebära att de sprids effektivare över ytan (Kratz m.fl., 2004). I de fall man har en punkbelastning i delar av hagen där risken är särskilt stor för påverkan kan åtgärder för att styra om hönsen till andra plaster vara en åtgärd. Vid nybyggnation kan det finnas särskild anledning att planera hagarna för att påverka var punktbelastning kan komma att uppstå.

Det finns olika sätt att stimulera hönsens sätt att sprida sig i hagen och man har till exempel provat olika modeller för placering av skydd (Hedborg, 2016). Man kan exempelvis arbeta med gräskötsel, staket, häckar, småtak med mera (Odelros & Gustafson, 2006). Träd och buskar har i flertalet studier visat sig främja utvistelse och spridning i större utsträckning än gräs och staket (Dawkins, 2003; Dal Bosco, 2014; Wiedemann m.fl., 2018).

## 2.7.7 Växla fällor eller mobila stall

Stall som möjliggör att växla mellan olika fällor under säsongen så att vegetationen kan återhämta sig föreslås ibland (Maurer m.fl., 2013), men är ingen åtgärd för att minska upplagringen av fosfor i marken. För att minska upplagringen av fosfor vore system som möjliggjorde växling mellan säsonger mer effektiva eftersom det ger större möjlighet att regelbundet odla grödor som skördas, något som även framförts som förslag i forskningssammanhang (Wiedemann m.fl., 2018). Det är i dagsläget få stall som är byggda på det sättet i Sverige (Malin Lovang, muntl.). Små mobila system där hönshuset flyttas regelbundet är ett annat alternativ för att undvika problem på sikt (Kratz m.fl., 2004).

# Referenser

- Andersson H, Bergström L, Ulén B, Djodjic F, Kirchmann H (2015) The role of subsoil as a source or sink for phosphorus leaching. *Journal of Environmental Quality*, 44(2): 535-544. <https://doi.org/10.2134/jeq2014.04.0186>
- Aronsson, H, Torstensson, G, Lindén, B (2003) Långliggande utlakningsförsök på lätt jord i Halland och Västergötland. Effekter av flytgödseltillförsel, insådda fånggrödor och olika jordbearbetningstidpunkter på kvävedynamiken i marken och kväveutlakningen. Resultat från perioden 1998-2002. *Ekohydrologi* 74, Inst f mark och Miljö, SLU Uppsala
- Aronsson H, Liu, J, Ekre E, Torstensson G, Salomon E (2014) Effects of pig and dairy slurry application on N and P leaching from crop rotations with spring cereals and forage leys. *Nutrient cycling in Agroecosystems*, 98: 281-293, <https://doi.org/10.1007/s10705-014-9611-3>
- Aronsson H, Berglund K, Djodjic F, Etana A, Geranmayeh P, Johnsson H, Wesström, I (2019) Effekter av åtgärder mot fosforförluster från jordbruksmark och åtgärdsutrymme. *Ekohydrologi* 160, Inst f mark och miljö, SLU, Uppsala
- 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)
- Bubier NE (1998) Movement of flocks of laying hens in and out of the hen house in four free range systems. *British Poultry Science*, 39:S1, 5-6. <https://doi.org/10.1080/00071669888025>
- Börling K, Ottabong E, Barberis, E (2004) Soil variables for predicting phosphorus release in Swedish noncalcareous soils. *Journal of Environmental Quality* 33:99-106
- Chielo LI, Pike T, Cooper J (2016) Ranging Behaviour of Commercial Free-Range Laying Hens. *Animals* 2016, 6, 28. <https://doi:10.3390/ani6050028>
- Cucarella V, Renman G (2009) Phosphorus Sorption Capacity of Filter Materials Used for On-site Wastewater Treatment Determined in Batch Experiments—A Comparative Study. *Journal of Environmental Quality* 38:381–392, <https://doi.org/doi:10.2134/jeq2008.0192>
- Dal Bosco A, Mugnai C, Rosati A, Paoletti A, Caporali S, Castellini C (2014) Effect of range enrichment on performance, behavior and forage intake of free-range chickens *Journal of Applied Poultry Research*, 23:137–145, <http://dx.doi.org/10.3382/japr.2013-00814>
- De Smet J, Hofman G, Vanderdeelen J, van Meirvenne M, Baert L (1996) Phosphate enrichment in sandy loam soils of West Flanders, Belgium. *Fertilizer Research*, 43, 209–215
- Dawkins MS, Cook PA, Whittingham MJ, Mansell KA, Harper AE (2003) What makes free-range broiler chickens range? In situ measurement of habitat preference. *Animal Behavior*, 66: 151-160. <https://doi.org/10.1006/anbe.2003.2172>
- EGTOP - Expert Group for Technical Advice on Organic Production of the European Commission (2012) EGTOP/4/2012: Report On Poultry, The EGTOP adopted this technical advice at the 5<sup>th</sup> plenary meeting of 20-21 June 2012
- Ericsson TD (1984) Nutrient cycling in willow. In Morgan, D. & Zsuffa, L. (Eds.). *IEA/ENFOR Joint report 1984:5*
- Gebhardt-Henrich SG, Toscano MJ, Fröhlich EKF (2014) Use of outdoor ranges by laying hens in different sized flocks. *Applied Animal Behavior Science* 155:74-81
- Grigor PN (1993) Use of Space by Laying Hens: Social and Environmental Implications for Free-Range Systems. Dissertation, University of Edinburgh

- Gustafson G, Salomon E, Jonsson S (2006) Barn balance calculations of Ca, Cu, K, Mg, Mn, N, P, S and Zn in a conventional and organic dairy farm in Sweden. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119: 160-170
- Heckrath G, Brookes PC, Poulton PR, Goulding KWT (1995) Phosphorus leaching from soils containing different phosphorus concentrations in the Broadbalk experiment. *Journal of Environmental Quality* 24:904-910
- Hedborg M (2016) Placement of enrichment and its impact on the distribution of hens in the outdoor run. *Studentarbete 656, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU, Uppsala*
- 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
- Hellstrand E (2019) Marktäckande material som åtgärd för minskat fosforläckage från rasthagar för värphöns. *Examensarbeten, 2019:03, Inst f mark och miljö, SLU, Uppsala*
- Ingestad T (1979) Nitrogen Stress in Birch Seedlings. II. N, K, P, Ca, and Mg nutrition. *Physiologia Plantarum* 1979:45/1; pp149-157
- Jensen P (1983) *Husdjurens beteende. 1 uppl. Stockholm: LTs förlag.*
- Johnsson H, Mårtensson K, Lindsjö A, Persson K, Blombäck K (2019) NLeCCS – ett system för beräkning av läckage av näringsämnen från åkermark. *Ekohydrologi* 159, Inst f mark och miljö, SLU, Uppsala
- Jordbruksverket (2015) Nationell jordartskartering – Matjordens egenskaper i åkermarken. *Jordbruksverkets rapport 2015:19*
- Jordbruksverket (2019) Rekommendationer för gödning och kalkning 2020. *Jordbruksinformation* 12:2019
- Kirchmann H (1991) Carbon and Nitrogen Mineralization of Fresh, Aerobic and Anaerobic Animal Manures during Incubation with Soil. *Swedish J. Agric. Res.* 21: 165-173
- Knierim U (2006) Animal welfare aspects of outdoor runs for laying hens: a review. *NJAS* 54(2):133-145
- KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EG) nr 589/2008, av den 23 juni 2008, om tillämpningsföreskrifter för rådets förordning (EG) nr 1234/2007 när det gäller handelsnormerna för ägg. Bilaga 2.1 (utomhusyta)
- KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EG) nr 889/2008 av den 5 september 2008 om tillämpningsföreskrifter för rådets förordning (EG) nr 834/2007 om ekologisk produktion och märkning av ekologiska produkter med avseende på ekologisk produktion, märkning och kontroll. Bilaga 3 (utomhusyta)
- KOMMISSIONENS FÖRORDNING (EG) nr 889/2008 av den 5 september 2008 om tillämpningsföreskrifter för rådets förordning (EG) nr 834/2007 om ekologisk produktion och märkning av ekologiska produkter med avseende på ekologisk produktion, märkning och kontroll. Artikel 12, punkt 3d (krav på byggnader för fjäderfä)
- KOMMISSIONENS GENOMFÖRANDEFÖRORDNING (EU) 2020/464, av den 26 mars 2020, om vissa tillämpningsföreskrifter för Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/848 vad gäller de handlingar som krävs för retroaktivt godkännande av perioder för omställning, produktion av ekologiska produkter och information som ska tillhandahållas av medlemsstaterna. Artikel 16 (fällindelning) och Bilaga 1 del IV (utomhusyta)

- Kratz S, Rogasik J, Schnug E (2004) Changes in soil nitrogen and phosphorus under different broiler production systems. *Journal of Environmental Quality*, 33(5):1662–1674
- KRAV (2019) KRAVs regler gällande 2019-2020, version #2, regel 5.5.3.1 Tid för utevistelse.
- Kvarmo P, Andersson E, Börling K, Hjelm E, Jonsson P, Listh U, Malgeryd J (2019) Rekommendationer för gödsling och kalkning 2020. *Jordbruksinformation* 12-2019
- Larsen H, Cronin GM, Gebhardt-Henrich SG, Smith CL, Hemsworth PH, Rault JL (2017) Individual Ranging Behaviour Patterns in Commercial Free-Range Layers as Observed through RFID Tracking. *Animals* 7(3), <https://doi.org/doi:10.3390/ani7030021>
- Liu J, Aronsson H, Ulén B, Bergström L (2012) Potential phosphorus leaching from sandy topsoils with different fertilizer histories before and after application of pig slurry. *Soil Use and Management* 28:457-467
- Maurer V, Hertzberg H, Heckendorn F, Hördegen P, Koller M (2013) Effects of paddock management on vegetation, nutrient accumulation, and internal parasites in laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 22 :334–343, <http://dx.doi.org/10.3382/japr.2012-00586>
- Menzi H, Shariatmadaari H, Meierhans D, Wiedmer H (1997) Nähr- und Schadstoffbelastung von Geflügelausläufen. *Agrarforschung*, 4:361-364
- Nahm KH (2003) Evaluation of the nitrogen content in poultry manure. *Worlds Poult. Sci. J.* 59:77–88. doi:10.1079/WPS20030004
- Petersen J, Kjellerup V (1996) Fjerkrægødning- produktion, næringsstoffindhold og gødningsvirkning. *Grøn Viden* nr 174, 1996
- Pote DH, Daniel TC, Nichols DJ, Sharpley AN, Moore Jr PA, Miller DM, Edwards DR (1999) Relationship between phosphorus levels in three urtisol soils and phosphorus concentrations in runoff. *Journal of Environmental Quality* 28:170-175
- Siegford JM, Berezowski J, Biswas SK, Daigle CL, Gebhardt-Henrich SG, Hernandez CE, Thurner S, Toscano MJ (2016) Assessing Activity and Location of Individual Laying Hens in Large Groups Using Modern Technology. *Animals*, 6 (10), <https://doi.org/doi:10.3390/ani6020010>
- Schoumans OF, Groenendijk P (2000) Modeling soil phosphorus levels and phosphorus leaching from agricultural land in the Netherlands. *Journal of Environmental Quality*, 29, 111–116
- Tarkalson DD, Mikkelsen LR (2004) Runoff phosphorus losses as related to soil test phosphorus and degree of phosphorus saturation on piedmont soils under conventional and no-tillage. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 35:2987-3007
- Tiberg C, Sjöstedt K, Gustafsson JP (2018) Metal sorption to Spodosol Bs horizons: Organic matter complexes predominate. *Chemosphere*, 196: 556-565, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.01.004>
- Torbert HA, Daniel TC, Lemunyon JL, Jones RM (2002) Relationship of soil test phosphorus and sampling depth to runoff phosphorus in calcareous and noncalcareous soils. *Journal of Environmental Quality* 31:1380-1387
- van der Zee SEATM, Van Riemsdijk WH, De Haan FAM (1990) The protocol of phosphate saturated soils Part I: explanation (in Dutch). Department of soil science and plant nutrition, Faculty of agriculture, Wageningen, The Netherlands, pp. 69
- Ulén B, Jacobsson C (2005) Critical evaluation of measures to mitigate phosphorus losses from agricultural land to surface waters in Sweden. *Science of the total environment* 344: 37-50



- Wahlund L, Salomon E, Odelros Å, Aronsson H, Lovang M (2020) Det är inne att vara utehöna – en jämförelse av två material för fosforbindning i rastgårdar för utegående värphöns. RISE rapport (in press) Jordbruk och livsmedel, RISE Research Institutes of Sweden, Uppsala
- Webb J, Sommer SG, Kupper T, Groenestein K, Hutchings NJ, Eurich-Menden B, Rodhe L, Misselbrook TH, Amon B (2012). Emissions of Ammonia, Nitrous Oxide and Methane during the Management of Solid Manures. *Sustainable Agriculture Reviews*, 8, 67-107. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1905-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1905-7_4)
- VERA 2020. Jordbruksverkets beräkningsverktyg för gårdens resurser och miljöpåverkan. Version nummer: 1.1.63.0 2020-05-20
- Wiedemann S, Pratt C, Bliefield 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
- Zeltner E, Hirt H (2003) Effect of artificial structuring on the use of laying hen runs in a free-range system, *British Poultry Science*, 44(4): 533-537, <https://doi.org/doi: 10.1080/00071660310001616264>