

Jordbruk och läckage av nitrat till grundvatten

Naturliga processer, odlingsystem och risk för påverkan



Havs- och vattenmyndigheten
Datum: 2019-12-16

Ansvarig utgivare: Jakob Granit
Omslagsfoto: Katarina Kyllmar
ISBN 978-91-88727-58-9

Havs- och vattenmyndigheten
Box 11 930, 404 39 Göteborg
www.havochvatten.se

Rapporten har tagits fram på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten. Rapportförfattarna ansvarar för innehållet och slutsatserna i rapporten. Rapportens innehåll innebär inte något ställningstagande från Havs- och vattenmyndighetens sida.

Jordbruk och läckage av nitrat till grundvatten

Naturliga processer, odlingssystem och risk för påverkan

SLU, Institutionen för mark och miljö
Katarina Kyllmar och Helena Aronsson

Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:25

Förord

För att säkra tillgången på grundvatten av god kvalitet behövs kännedom om risker för negativ påverkan och hur dessa kan förhindras eller mildras. Läckage av kväve från jordbruksmark är en av dessa riskfaktorer.

Inom vattenskyddsområden för grundvattentäkter är det vanligt att hantering av växtnäringsämnen kräver ett särskilt tillstånd från den kommunala nämnden. Syftet med tillståndskravet är att säkerställa att grundvattnet inte ska påverkas av markanvändningen i tillrinningsområdet på ett sätt att det inte längre kan användas för produktion av dricksvatten. För att inspektören ska ha förutsättningar att genomföra en platsspecifik provning och att ställa rätt krav på rätt ställe så krävs en god grundförståelse för hur kvävet kretslopp fungerar och vilka andra naturgivna och odlingstekniska faktorer som påverkar risken för att kväve i form av nitrat utlakas till grundvattnet.

Denna rapport är skriven av forskare vid Institutionen för mark och miljö vid SLU på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten och syftar till att stärka kommunernas förmåga att göra riskbedömningar på gårdsnivå. Rapporten är tänkt att komplettera Havs- och vattenmyndigheten och Jordbruksverkets gemensamma vägledning 2019:26, *Hantering av gödsel inom vattenskyddsområde för grundvattentäkt* som ger närmare vägledning kring tolkning och tillämpning av regler på området och hur utformning av villkor i tillstånd kan utformas där det krävs särskilda provningar enligt vattenskyddsföreskrifter.

Göteborg den 10 december 2019 Mats Svensson, avdelningschef

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	7
INLEDNING	7
VATTENFLÖDEN I LANDSKAPET	8
Geologi, hydrologi och grundvattenbildning.....	8
Grundvattenmagasin och flöden i vattendragen	11
KVÄVETS KRETSLOPP	12
Kvävet i marken.....	12
Nedbrytning av organiskt material.....	13
Förlust av nitrat till luft och vatten.....	13
PÅVERKAN FRÅN JORDBRUKSMARK	15
Kväve utlakas främst som nitrat.....	15
Jordart och markstruktur.....	17
Läge i landskapet	18
Dränering och täckdikning	19
ODLINGSSYSTEMET	21
Bakgrundsläckage – om jorden inte hade odlats.....	21
Gröda.....	22
Jordbearbetning	24
Gödsling.....	25
Odlingsinriktningen styr åtgärdsarbetet	29
Dränering och bevattning.....	30
JORDBRUKETS PUNKTKÄLLOR	30
Gödsellagring - permanent och tillfällig.....	30
Fållor och rasthagar – djur som vistas ute	31
Ensilagelagring – pressvatten	31
BEDÖMNING AV RISK FÖR PÅVERKAN	32
Checklista för landskap och odlingssystem	32
Verktyg för identifiering av riskområden	34
Verktyg för att bedöma risker i odlingssystemet.....	35
SLUTSATSER.....	37

Sammanfattning

För att säkra tillgången på grundvatten av god kvalitet behövs kännedom om risker för negativ påverkan och hur dessa kan förhindras eller mildras. Läckage av kväve från jordbruksmark är en av dessa riskfaktorer. Förutom till ytvatten kan kväve, eller främst nitratkväve, också läcka till grundvatten. Risker för läckage varierar stort beroende på naturgivna förutsättningar som geologi och hydrologi men också av vilka grödor som odlas och strategier för gödsling och jordbearbetning.

I den här rapporten redovisas hur grundvatten bildas och var i landskapet som de största riskerna för påverkan på grundvattenmagasinen finns. Kvävetets kretslopp och hur kväve omsätts i marken och i odlingsystemet beskrivs liksom hur läckage av kväve från jordbruksmark bestäms av klimat, jordarter och dräneringsförhållanden. Odlingsystemet som utgörs av grödan, gödslingen och jordbearbetningen och hur det kan justeras för att hålla nere läckaget från rotzonen redovisas också.

Förslag ges på tillvägagångssätt för att bedöma risker i landskapet och i odlingsystemet för påverkan på grundvattenmagasinen. Sammanfattningsvis innebär det exempelvis en stor risk för läckage av kväve till grundvatten vid intensiv odling på en sandig jord som har naturlig dränering och ligger i ett inströmningsområde till grundvatten. Det motsatta, d v s liten risk, kännetecknas av vallodling på en väl-dränerad och utdikad lerjord i ett utströmningsområde. Att kunna identifiera de mest läckagekänsliga delarna i ett landskap innebär att åtgärder för att skydda grundvattenmagasinen kan riktas dit de förväntas ha störst nytta.

Inledning

Vatten är vårt viktigaste livsmedel, och det gäller att säkerställa att det finns i både tillräcklig mängd och av god kvalitet. Den allmänna dricksvattenförsörjningen som gäller nästan 90% av befolkningen, baseras till 50 % på ytvatten, 25 % på rent grundvatten och till 25 % på kombinerade system, vilket oftast innebär förstärkt grundvattenbildning.

Grundvattentäkterna utgör ca 90 % av antalet vattentäkter. Den enskilda vattenförsörjningen baseras i princip uteslutande på grundvatten^{1,2}.

Grundvattnets kemiska kvalitet kan påverkas av både berggrundens och jordlagrens naturliga sammansättning, men också av hur marken används i området runt grundvattenmagasinet. När det gäller höga nitrathalter i grundvattnet är det ofta påverkan från jordbruk som är huvudorsaken, genom läckage av nitrat från rotzonen i åkermarken. Känsliga områden med genomsläppliga jordar vid grundvattentäkter kan behöva särskilt skydd. Där

¹ Regeringskansliet. 2016. En trygg dricksvattenförsörjning – bakgrund, överväganden och förslag. SOU 2016:32.

² SCB. 2017. Svensk vattenanvändning 2015. Statistiknyhet från SCB.

krävs viktiga avvägningar mellan samhällets behov av att långsiktigt säkra dricksvattentillgången och enskilda företags produktion och överlevnad.

Utlakning av nitrat, och andra kväveföreningar, från åkermark har länge varit känt och det handlar inte bara om risk för påverkan på grundvatten utan också om påverkan på sjöar, vattendrag och hav, genom övergödning. Allt nitratläckage orsakas inte av människan, en del sker naturligt. När det gäller jordbrukets påverkan har vi idag god kunskap om hur olika odlingsfaktorer påverkar, och hur påverkan kan minskas. Statliga och regionala åtgärdsprogram för minskat kväveläckage har funnits sedan slutet av 1980-talet, och de har omsatts i ett aktivt arbete på gårdar genom regelverk, rådgivning, stödsystem och egna initiativ.

Sedan mitten av 1990-talet har EU:s Ramdirektiv för vatten och underliggande direktiv som Nitratdirektivet blivit viktiga verktyg i arbetet med att olika typer av vatten ska nå god ekologisk status.

Syftet med denna rapport är att ge ett kunskapsunderlag som beskriver hur nitratpåverkan från jordbruk på grundvatten uppstår, vilken betydelse de naturliga processerna har i förhållande till jordbruksåtgärder, och hur påverkan kan minskas genom särskilda åtgärder. Syftet är också att ge kunskap och vägledning för att kunna bedöma risk för nitratpåverkan i olika områden och för att kunna föreslå åtgärder som är relevanta för att minska risker.

Vattenflöden i landskapet

Klimat och geologi är de naturliga system som bestämmer hur grundvatten bildas på en viss plats. Därutöver påverkas bildningen av grundvatten av om marken är artificiellt dränerad och om det finns hårdgjorda ytor som hindrar infiltration i marken. Genom att känna till hur flödet av vatten i landskapet styrs ökar möjligheterna att bedöma risken för påverkan på grundvattnet.

Geologi, hydrologi och grundvattenbildning

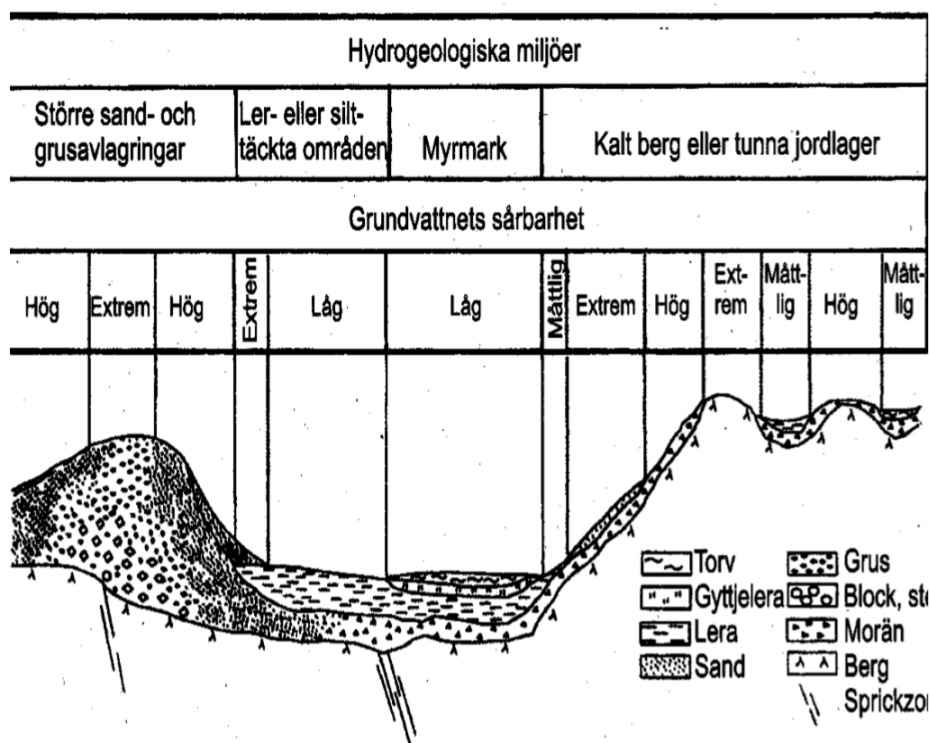
Den nederbörd som kan bilda grundvatten kallas effektiv nederbörd. Det är nederbörden minus det som försvinner genom avdunstning direkt från marken och genom växternas transpiration. Under växtsäsongen är den effektiva nederbörden liten förutom vid långvariga regn. Den effektiva nederbörden varierar också stort inom landet. I östra Småland är den ca 155 mm per år medan den i de höglänta delarna i Halland är mer än tre gånger så stor³.

Det mesta av nederbörden som bildar avrinning och når vattendragen har först passerat grundvattnet eller dräneringssystemen. I Sverige är det endast en liten del av nederbörden som rinner av direkt på markytan och ut i vattendragen, det sker främst vid snösmältning på tjälad mark och vid kraftiga skyfall då marken inte har kapacitet att ta emot all nederbörd.

³ SGU. 2017. Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige. Regeringsuppdrag RR 2017:09.

Geologi och infiltration till grundvattenmagasin

Markens genomsläpplighet och grundvattnets känslighet för påverkan (Figur 1), beror av platsens geologi, d v s jordart och berggrund men också av markanvändningen. Jordarter som grus och sand har stora markporer och kan därmed ta emot mycket vatten men också lätt förlora vatten. Man säger att den här typen av jord har liten vattenhållande förmåga. För lerjordar är det tvärtom, markporerna är små. Marken kan hålla mycket vatten, och vattnet binds hårt. Jorden håller kvar fukt länge men om jorden torkar ut tar det längre tid att vattenmätta den igen jämfört med en sandjord. Lerjordarna kan nästan räknas som täta skikt när det gäller infiltration till grundvatten, eftersom vattnet rör sig så långsamt i de små porerna. Men om det finns spricksystem i jorden kan vatten snabbt nå djupt ner i marken. Moränjordar som består av en blandning av olika kornstorlekar är ofta väldigt kompakta och kan ha en låg genomsläpplighet, men det finns stora variationer.



Figur 1. Hydrogeologiska typmiljöer och risk för sårbarhet på grundvatten⁴.

Extremt hög sårbarhet: åschrön med sand och grus i dagen, svallsand på morän i sluttningar, grovt svallat material vid åsfot

Hög sårbarhet: grusåsens slänter (grus, sand och silt), berg i dagen, moränsluttningar

Måttlig sårbarhet: sänkor i berg/moränterräng med tunt torv- eller/ lertäcke på berg, övergång dalsida/dalgång utan svallmaterial

Låg sårbarhet: lera eller torv på lera

⁴ Maxe, L. och Johansson, P-O. 1998. Bedömning av grundvattnets sårbarhet – utvecklingsmöjligheter. Naturvårdsverket. Rapport 4852.

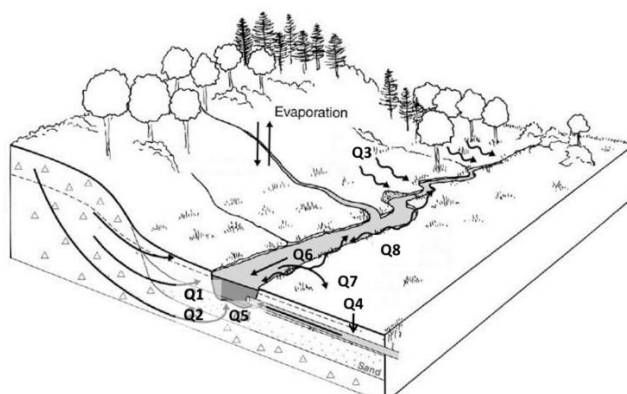
Dräneringsförhållandena har stor betydelse för hur mycket som kan infiltrera till grundvatten. I en dränerad mark förs vatten ovanför dräneringssystemet effektivt bort vid höga grundvattennivåer och bildar ytvatten, d v s vatten i vattendrag och sjöar. Hårdgjorda ytor som vägar och samhällen minskar också ytorna där vatten kan infiltrera till grundvatten. Med minskade möjligheter till infiltration till grundvattnet minskar också tillgången på vatten i grundvattenmagasinen och grundvattennivåerna sjunker.

De största grundvattenmagasinen är isälvsavlagringarna som består av sand och grus. De är våra viktigaste dricksvattentäkter och har stor kapacitet att lagra vatten och klarar stora tillfälliga vattenuttag, men återfyllnaden kan gå långsamt. I urberg finns vattnet i spricksystem vilket innebär att den totala vattenvolymen ofta är liten. Sedimentära bergarter har större kapacitet att lagra vatten än urberg men mindre än i jämförelse med isälvsmagasinen.

Topografi och grundvattenflöden

Landskapets topografi har också stor betydelse för hur och var grundvatten bildas. Inflöde och infiltration till grundvatten sker främst i de höglänta delarna av landskapet medan utflöde av grundvatten sker i svackor och låglänta delar (Figur 2). Jordbrukslandskapets bördiga delar som ofta ligger nära vattendragen är typiska utströmningsområden. Här dräneras ofta utströmmande grundvatten bort för att skapa bra förutsättningar för odling.

Grundvattennivån ligger då ofta i nivå med dräneringssystemet och vattnet här är en blandning av vatten som infiltrerat på fältet och utströmmande grundvatten som har infiltrerat i högre liggande delar i landskapet. Under året kan det däremot variera om ett fält fungerar som inströmnings- eller utströmningsområde beroende på den aktuella grundvattennivån. Vid låga grundvattennivåer kan vatten från markytan infiltrera förbi dräneringssystemet och istället nå grundvattnet.



Figur 2. Hydrologiska flödesvägar; grundvattenflöden (Q1-2), ytvattenavrinning (Q3), markinfiltration (Q4), flöde i dräneringsledningar (Q5), flöde i vattendrag (Q6), översvämning av vattendrag (Q7) och flöde i övergångszonen mellan vattendrag och land (Q8). Efter Dahl et al. ⁵ och Hofmann et al. ⁶.

⁵ Dahl et al. 2007. Review of classification systems and new multi-scale typology of groundwater–surface water interaction. J. Hydrol. 344.

⁶ Hoffmann et al. 2009. Phosphorus Retention in Riparian Buffers: Review of Their Efficiency. J Environ Qual 38.

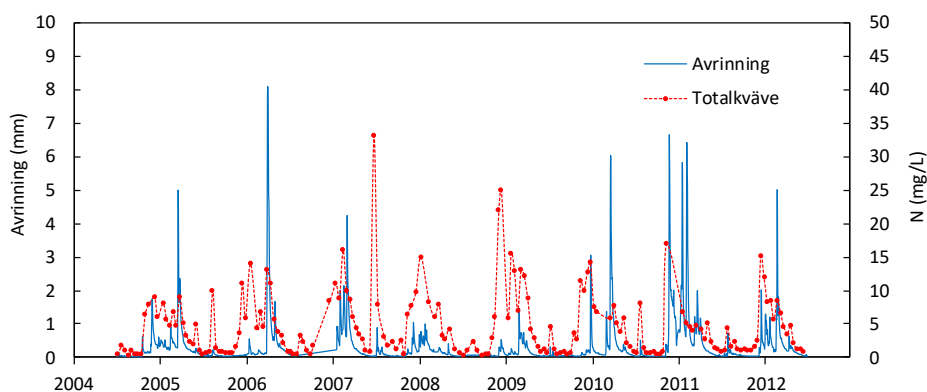
Grundvattenmagasin och flöden i vattendragen

Vattenflödet i ett vattendrag styrs av vilket ursprung vattnet har och vilka vägar vattnet tar. I ett litet vattendrag i ett jordbruksområde med stor andel dränerad mark varierar flödet ofta stort inom året. Under sommaren kan vattendraget vara mer eller mindre uttorkat för att sedan snabbt reagera när det kommer nederbörd och markvattenmagasinet fylls på (Figur 3). I lite större vattendrag är variationerna inom året ofta mindre eftersom vatten från olika markområden blandas och också fördröjs i olika omfattning i grundvatten, våtmarker och sjöar.

Avrinningsområdet avgränsas till vilket vattendrag som nederbörden slutligen ska bilda ytvatten. Främst är det de högsta höjderna som utgör gränsen mellan olika avrinningsområden men i mindre områden kan dikningssystem ändra till vilket avrinningsområde vattnet avleds.

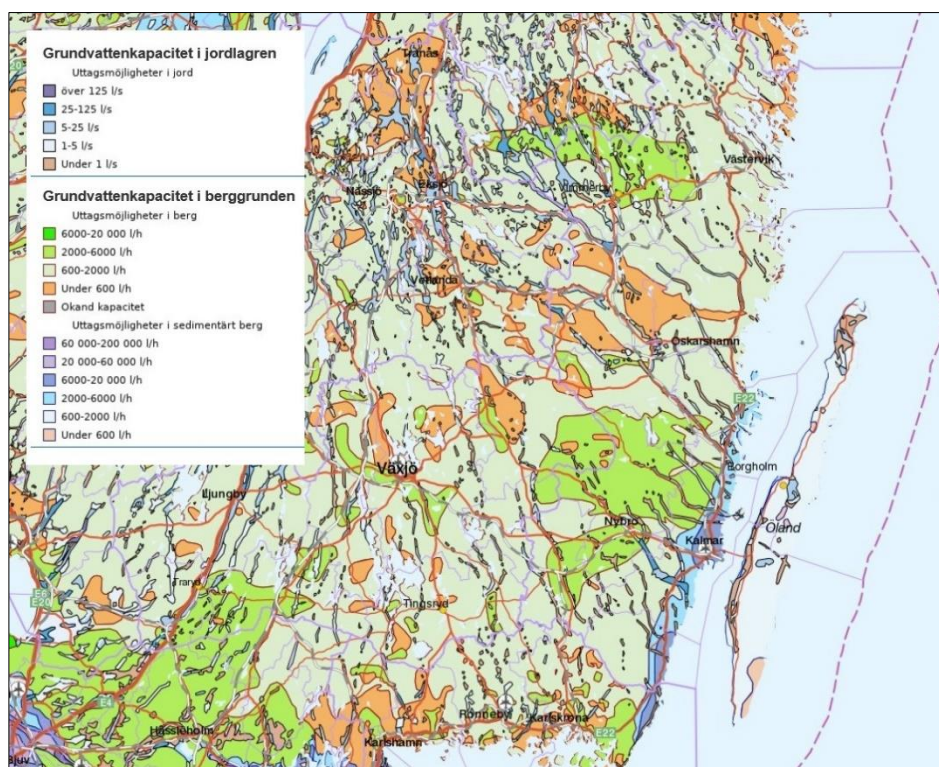
Avrinningsområdena är inte heller helt avskilda från varandra när det gäller flödesvägar i grundvattenmagasinen. Vattendraget i ett litet delavrinningsområde kan få tillskott av grundvatten som bildats högre upp i det större avrinningsområdet eller till och med från ett angränsande avrinningsområde. Om det förekommer tillskott av grundvatten från större magasin till ytvattnet i ett vattendrag kan man se det sommartid då vattenflödet i bäcken fortgår och vattnet är relativt klart.

Utflödet från grundvattenmagasinen till ytvatten beror av hur stora magasinerna är, deras genomsläpplighet och hur mycket vatten vi tar ut för vår vattenanvändning. Utflödet från de stora och djupa magasinerna pågår i stort sett kontinuerligt. Det är då inte de enskilda nederbördstillfällena som trycker på utflödet utan den totala infiltrationen över större ytor och under lång tid som skapar flödet. En del grundvattenmagasin, speciellt de i berg kan ha väldigt lång omsättningstid, tiotals år eller mer vilket också återspeglas i uttagsmöjligheten, d v s mängden vatten som kan tas ut per tidsenhet (Figur 4).



Figur 3. Avrinningen (vattenflödet) i en liten jordbruksbäck i sydöstra Sverige följer ett typiskt mönster med hastig respons på nederbörden ⁷. Halterna av kväve följer också ett tydligt årstidsmönster med låga halter på sommaren och höga halter när avrinningen ökar på hösten.

⁷ Kyllmar et al. 2013. Small agricultural monitoring catchments in Sweden representing environmental impact. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 198, 25-35.



Figur 4. Uttagsmöjligheterna av grundvatten i olika typer av magasin skiljer stort. Som exempel visas en del av sydöstra Sverige där de sedimentära bergarterna har en stor utbredning men uttagsmöjligheterna är små jämfört med grundvattenmagasinen i jord (SGU kartvisare, 2018). Observera skillnaderna i enhet för jordlager (l/s) respektive berggrund (l/h).

Kvävets kretslopp

Förutom kol, väte och syre, som är de grundläggande byggstenarna i allt levande, så är kväve det viktigaste näringsämnet. Nästan 80% av luften vi andas består av kvävgas. I naturen blir kvävet ursprungligen tillgängligt för växter och djur tack vare de kvävefixerande bakterierna, exempelvis de som lever i symbios med baljväxters rötter. Det är en liknande process som man också utnyttjar för att framställa mineralgödselmedel på industriell väg (handelsgödsel, konstgödsel).

Kvävet i marken

Ett kväveförråd byggs upp i marken när växter dör och bildar förna, som sedan förmultnar. Begreppet ”närrik mark” har för vissa näringsämnen med markens mineral att göra, där till exempel vittring av lermineral frigör fosfor

och kalium som kan tas upp av växterna ⁸. Men för kväve är det alltså markens organiska material (mullen) som utgör näringsförrådet, och det är biologiska processer som styr bildningen av olika kväveföreningar. Genom mikrobiella processer bryts organiskt material ned, och mineraliskt kväve frigörs i jonform. Mineralkvävet är tillgängligt för växtupptag, utlakning, och för processer som återför det till sin grundämnesform, kvävgas.

En vanlig åkerjord med måttlig mullhalt kan innehålla 5-8 ton kväve per hektar bundet i växtrester och mullämnen. Hög mullhalt betyder ofta att jorden är bördig, men bördighet betyder inte bara kväverikt utan står även för andra faktorer som gynnar grödornas tillväxtmiljö, t ex struktur, rotmiljö, vattenhållande förmåga och tillgång till andra näringsämnen.

Nedbrytning av organiskt material

Nedbrytning av organiskt material sker alltså genom mikrobiell aktivitet, som leder till kvävemineralisering, dvs överföring av organiskt bundet kväve till ammonium. Ammonium omvandlas vidare till nitrat genom nitrifikation, också det genom mikrobiella processer. I just åkerjord är förhållandena för nitrifikationsbakterierna gynnsamma och därför är nitratbildningen ofta snabb och effektiv. När man mäter mängden mineraliskt kväve (växttillgängligt kväve) i en åkerjord är det alltså främst två former man hittar, ammonium (NH₄⁺) och nitrat (NO₃⁻).

Den mikrobiella aktiviteten, både mineralisering och nitrifikation, beror av bland annat temperatur och fuktighet och tillgången till lättomsättbart organiskt material. Därför varierar den över året och var man befinner sig. Aktiviteten är liten vid temperaturer nära noll, och ökar med ökande temperatur. Den beror också i hög grad på vilken typ av växtrester en gröda lämnar efter sig. Kvävemineraliseringen som sker på våren och under försommaren är tillsammans med tillförd stallgödsel eller mineralgödsel (handelsgödsel) viktig för åkergrödornas tillväxt och kväveupptag, medan den som sker på hösten kan riskera att istället leda till förluster till luft eller vatten (Figur 5). Ursprunget för mineralkvävet som finns i marken vid en viss tidpunkt är alltså delvis jorden själv, men det kan också vara tillfört gödselkväve från mineralgödsel och stallgödsel, grödor som fixerat kväve och kväve som hamnat i marken via atmosfäriskt nedfall.

Förlust av nitrat till luft och vatten

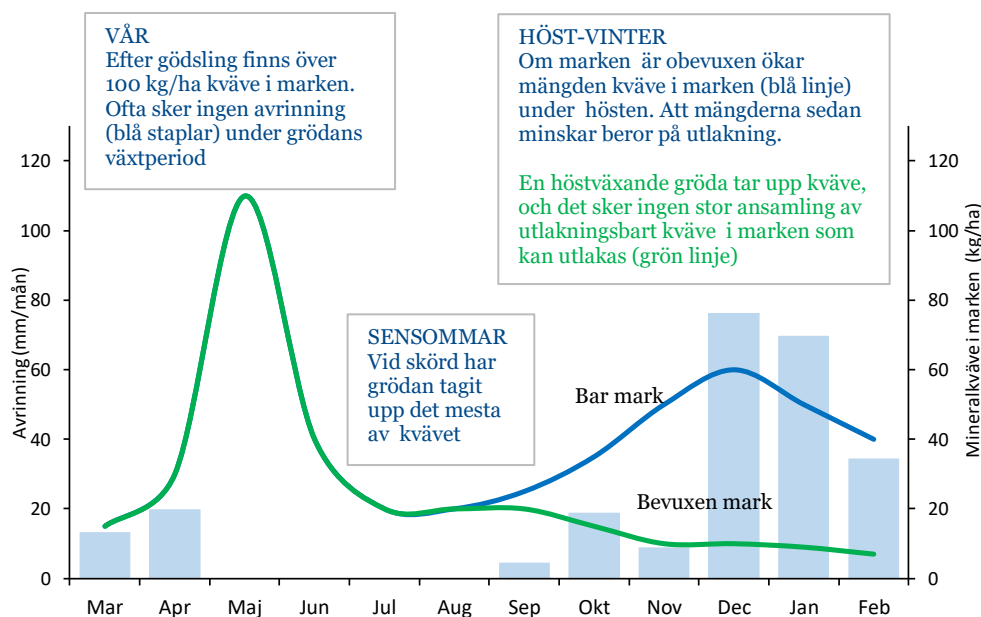
Kvävefixeringen är följdaktligen den process som på naturlig eller konstgjord väg binder in luftkvävet i odlingssystemet. Den process som återför kväve till luften igen kallas denitrifikation. Den innebär att nitrat omvandlas av bakterier till kväveoxider, och slutligen kvävgas. Denitrifikation sker både i mark och vatten, och förutsättningarna är låg syrehalt samt tillgång till nitrat och organiskt material. I jordar där man ofta får vattenmättnad i marken (låga syrehalter), t ex lerjordar är denitrifikation en viktig förlustväg för nitrat.

⁸ Eriksson et al. 2005. Wiklanders Marklära. Studentlitteratur, Lund.

Denitrifikationen är också en viktig process för den naturliga ”kvävereningen” i vattendrag och sjöar. Däremot sker inte denitrifikation av nitrat som hamnat i grundvattnet, eftersom den mikrobiella aktiviteten är låg långt ned i marken. Nitrat som hamnat i grundvattnet är därmed relativt beständigt.

Ammoniakavgång

En annan förlustväg för kväve till luften är när ammonium omvandlas till gasen ammoniak. Ammoniakförluster är främst förknippade med stallgödsel. Stallgödsel är ammoniumrik, och dess höga pH gör att omvandling till ammoniak gynnas i samband med att gödseln kommer i kontakt med luften under lagring eller spridning av gödseln. Ammoniaken faller ofta ned inom några kilometers radie.



Figur 5. Mineralkvävedynamiken i marken (blå och grön linje) beror av mikrobernas aktivitet (mineralisering), gödsling, grödans upptag och avrinning (utlakning). Här visas en vårstrådsäd som sås och gödslas i maj. Grödan utnyttjar gödselkväve och mineralisering i marken, och vid skörd är oftast mineralkvävemängderna små, förutsatt att man gödslat enligt grödans behov. Mineralkvävedynamiken under höst och vinter beror på om marken är bevuxen eller inte. Staplarna (ljusblå) visar avrinningen av vatten från fältet. Figuren är en principskiss baserad på SLU:s långliggande utlakningsförsök i södra Sverige⁹.

⁹ Aronsson et al. 2018. Utlakningsförsök med vintergrön mark, Ekohydrologi 151, SLU, Uppsala.

Påverkan från jordbruksmark

Risken för utlakning av kväve är ofta liten på sommaren när mycket av nederbörden avdunstar via vegetationen och marken, men ökar under hösten när vatten ansamlas i marken. Vattnet är ett effektivt lösnings- och transportmedel, och när marken inte förmår hålla mer vatten sker en transport av lösta ämnen från den zon där de flesta rötterna finns (från markytan ned till ca 1 m djup), vidare till dräneringsledningarna eller grundvatten.

Avrinningssäsongen, dvs den tid det rinner i dräneringsledningarna, varar ofta från oktober till april i södra Sverige (Figur 5), men det varierar mellan åren.

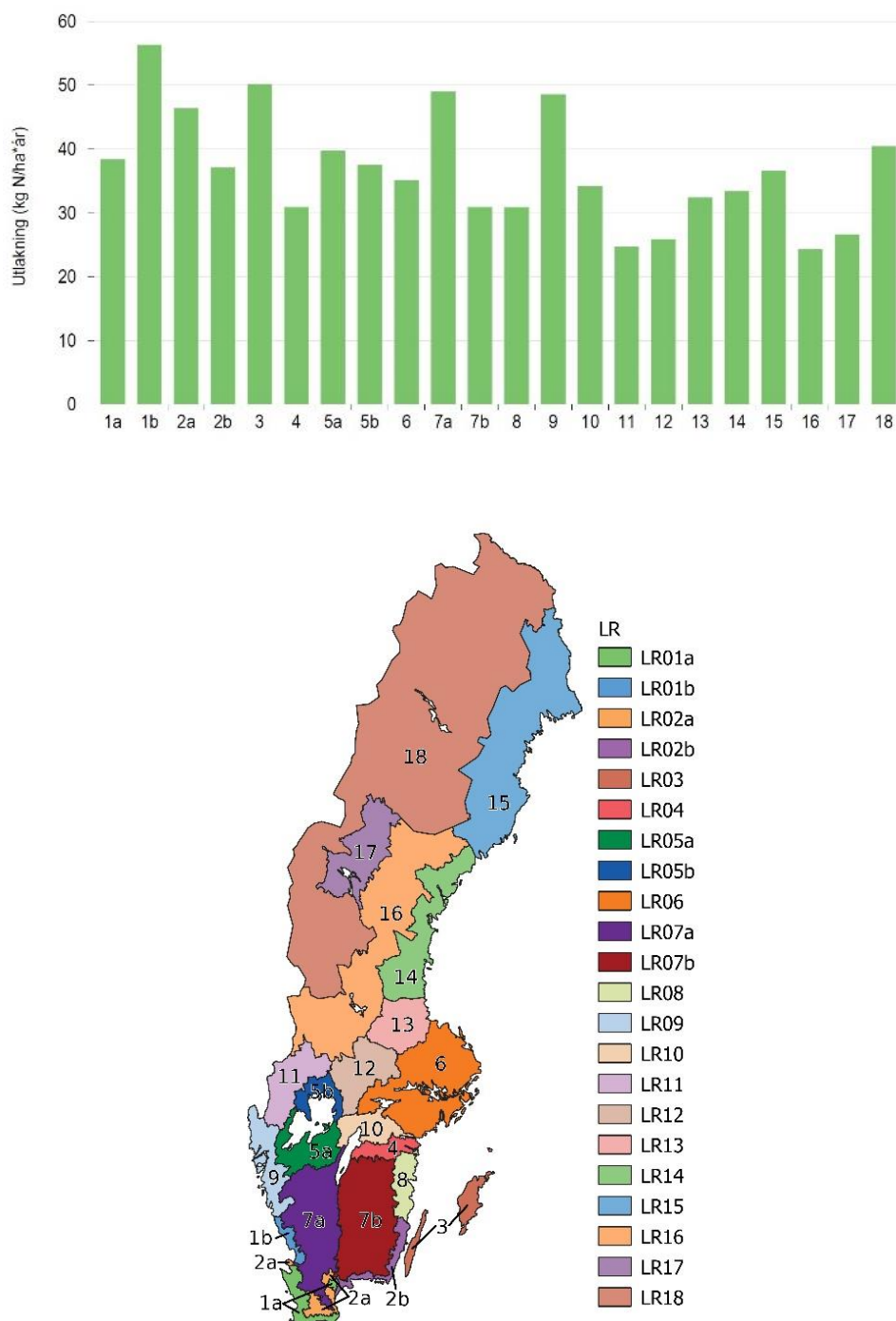
Under blöta år kan det ske avrinning och utlakning även under sommaren.

Kväve utlakas främst som nitrat

När det gäller kväve är det endast nitrat som i omfattande utsträckning följer med vatten som flödar genom matjorden och som riskerar att utlakas. Det har med jonernas och jordpartiklarnas laddning att göra. Ammonium hålls kvar till jordpartiklarna som är negativt laddade, medan nitrat stöts bort och finns i fritt i marklösningen. Det är också nitraten som kan överföras till luftkväve igen, genom denitrifikation.

Utlakningen av kväve beror också på klimatet. I södra Sverige där odlingssäsongen är längre än i norra Sverige pågår den mikrobiella aktiviteten längre tid och medför därmed att mer organiskt material kan omsättas till lättroligt nitrat. Mängden nederbörd som kan ge avrinning och därmed utlakning varierar också stort. I Sverige är utlakningen störst i sydvästra Sverige där nederbörden är hög och vintrarna milda (Figur 6).

För påverkan på grundvatten har halten av kväve i det utlakade vattnet stor betydelse även om den utlakade mängden är måttlig. I sydöstra Sverige där nederbörden och därmed avrinningen är liten kan halterna av kväve i vattnet som lakas ut vara höga eftersom utspädningen blir liten. Om dessutom grundvattenmagasinet är litet kan påverkan bli stor.



Figur 6. Klimatet inverkar stort på utlakningen av kväve. För vårkorn, en gröda som odlas i hela Sverige, är utlakningen större i västra Sverige (region 1b och 9) jämfört med i den östra delen (region 4 och 8). Figuren visar utlakningskoefficienter från beräkningssystemet NLeCCS¹⁰ för jordarten sandy loam, vilket ungefär motsvarar lättlera. Läckageregionerna (LR) delar in landet beroende på bl a klimat och förutsättningar för jordbruksproduktion.

¹⁰ Johnsson et al. 2019. NLeCCS – ett system för beräkning av läckage av näringsämnen från åkermark. Ekohydrologi 159, SLU, Uppsala.

FAKTARUTA 1**Vad är höga halter i grundvatten och vad är det för skillnad på nitrat och nitratkväve**

I SLU:s långliggande utlakningsförsök och inom miljöövervakningen mäts kväveutlakning från olika jordar och olika typer av odlingssystem. Där utgör ofta det lättlösliga nitratkvävet ($\text{NO}_3\text{-N}$) ca 90% av den totala mängden kväve. Ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) utgör en mycket liten del, och resten är organiskt kväve. En mycket liten del är också nitritkväve ($\text{NO}_2\text{-N}$). Vid de tillfällen man hittar höga ammoniumhalter i ett vattendrag eller i grundvatten handlar det ofta om påverkan av avloppsvatten. Också för grundvatten är nitratet den kväveform som finns i högst halt och som utgör ett hot mot kvalitet hos dricksvatten.

De svenska bedömningsgrunderna¹¹ för vad som är låga respektive höga halter av de olika kväveföreningarna i grundvatten, vilket ofta hänger ihop med hur påverkat vattnet är, framgår av tabellen nedan. Där visas också gränser för vattnets tjänlighet som dricksvatten. För nitrat anses vattnet otjänligt om halten överstiger 50 mg NO_3/l .

Klass	Tillstånd enligt bedömningsgrunder	Grad av påverkan	Nitrat	Nitrit	Ammonium
			NO_3^-	NO_2^-	NH_4^+
(mg/l)					
1	Mycket låg halt	Ingen, obetydlig	<2	<0,01	<0,05
2	Låg halt	Måttlig	2-5	0,01-0,05	0,05-0,1
3	Måttlig halt	Påtaglig	5-20	0,05-0,1	0,1-0,5
4	Hög halt	Stark	20-50*	0,1-0,5*	0,5-1,5*
5	Mycket hög halt	Mycket stark	≥50**	≥0,5**	≥1,5**

* Tjänligt med anmärkning som dricksvatten

** Otjänligt som dricksvatten

Håll koll på enheten

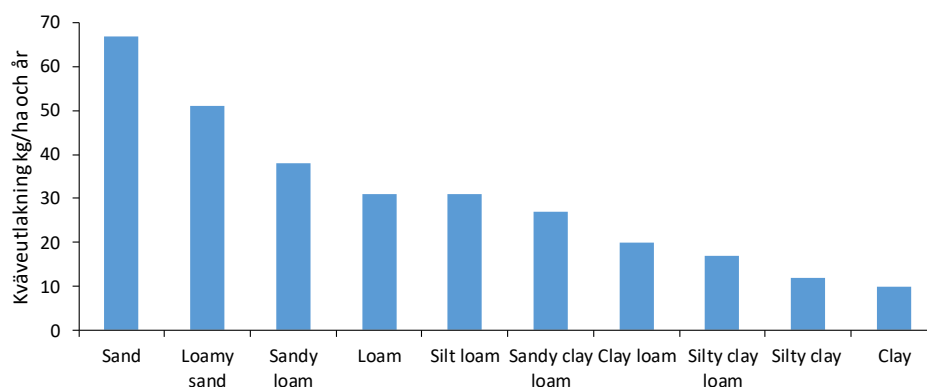
Istället för att ange halten av de olika kväveformerna separat brukar man ofta slå ihop dem och översätta till halten kväve (mg N/l). Att uttrycka allt som kväve (N) gäller nästan alltid i jordbrukssammanhang både vad gäller t ex gödslingsmängder och utlakningskoefficienter. Och istället för att ange mängden nitrat i vattnet översätter man halten till nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N/l}$). På det viset får man jämförbara värden av just mängden kväve, oberoende av i vilken form den förekommer. I och med att nitratmolekylen också innehåller syreatomer så är den tyngre än t ex ammonium som innehåller små lätta väteatomer, men mängden av grundämnet kväve i en av de båda jonerna är ändå densamma. I bedömningsgrunderna anger man dock t ex nitrathalter. För att översätta från nitrat till nitratkväve kan man använda omräkningsfaktorn 0,23. Gränsvärdet på 50 mg nitrat/liter för vattnets tjänlighet som dricksvatten motsvarar då 11,3 mg nitratkväve per liter.

Jordart och markstruktur

Nitratbildning och ansamling av nitrat i marken på senhösten utgör alltså en potentiell risk för utlakning, men om nitrat förloras till luften eller till vattnet, eller rentav blir kvar i marken till våren kan variera. Det beror på hur stor nederbörden är, men också till stor del på jordart och markstruktur. Man kan anta att ca 10-40% av nitratkvävet som finns kvar i marken på senhösten riskerar att lakas ut under efterföljande vinter. Störst är nitratläckaget från

¹¹ SGU. 2013. Bedömningsgrunder för grundvatten. SGU-rapport 2013:01.

jordar med grövre textur och homogena porer, t ex mo- och sandjordar (Figur 7). De genomsköljs effektivt av regnvattnet, med nedtransport som följd. På styva lerjordar är förhållandena de motsatta. Där finns stora volymer med mycket små porer, där vattenrörelser är långsamma. Där kommer en del av nitraten att bevaras i jorden och förbypassas av vatten i större porer och sprickor, där flödena är snabba. Under förhållanden som är gynnsamma för denitrifikation, dvs låg syrehalt och tillgång till nitrat och organiskt material, kan omfattande mängder nitrat försvinna ur marken genom omvandling till kvävgas. Ibland ligger också nitrat kvar i marken på våren i lerjordarna.



Figur 7. Läckaget av kväve är starkt beroende av jordart. Bilden visar beräknat kväveläckage från rotzonen på ca 1 meters djup (läckagekoefficienter enligt NLeCCS-systemet ¹²) för olika jordar efter odling av vårspannmål i södra Sverige, med stigande lerhalt från vänster till höger i figuren, från <10% till >40% ler. Jordarterna är angivna enligt ett internationellt klassificeringssystem, och det finns inga direkta översättningar till svenska. Sand är jord med mindre än 10% lera. Loam innehåller till viss del lera och ofta inslag av mo och mjåla, vilket benämns som silt. Clay loam har upp till 40% ler medan Clay har 40- 60% ler.

Läge i landskapet

Förutom jordens struktur har också läget i landskapet betydelse för flödesvägarna i marken och risken för påverkan på grundvattnet (Faktaruta 2). Mest känsligt är grundvattnet i områden med genomsläppliga sandiga jordar där vattnet rör sig ner genom marken till grundvattenmagasinen. De här fälten finns ofta lite högre i landskapet och längre från vattendraget. I fält på lerjordar är risken mindre för påverkan på grundvattnet eftersom lerlagren kan fungera som tätskikt för nedåtgående flöden. Lerjordarna finns också ofta nära vattendragen där grundvattnet ofta strömmar ut och därmed förhindrar inflöde till djupare grundvattenmagasin. Djupa spricksystem i lerjordar kan däremot vara en risk eftersom det där kan uppstå snabba vattenflöden ner genom marken vid kraftiga regn.

¹² Johnsson et al. 2019. NLeCCS – ett system för beräkning av läckage av näringsämnen från åkermark. Ekohydrologi 159, SLU, Uppsala.

Dränering och täckdikning

Utdikning av naturmark och våtmark för att skapa mer odlingsmark var en del av samhällsutvecklingen under 1900-talet. Genom utdikningen och bättre maskiner och redskap för att jordbearbeta de tunga lerjordarna skapades förutsättningarna för det jordbruk vi har idag. Först utgjordes dräneringen av öppna diken men ersattes snart av täckdikning där dräneringsledningar grävdes ner i marken på ca 1 meter djup. Idag är ungefär hälften av Sveriges åkermark dränerad genom täckdikning.

Den viktigaste funktionen för dräneringen är att leda bort vattenöverskott före och under vegetationsperioden. Dräneringen gör det möjligt att komma ut och så tidigt på våren och förlänger på så sätt odlingssäsongen och chansen att få en bra skörd och ett bra kväveutnyttjande. Fält som inte är täckdikade har ofta en tillräcklig naturlig dränering. Jorden är då genomsläpplig både i den övre delen ner till rotdjupet och i de underliggande jordlagren. Ofta är det fält som ligger högre i landskapet.

Dränering påverkar marken på olika sätt, och sammanfattningsvis ger det förutsättningar för mindre ytavrinning och erosion, men samtidigt för större vatten- och kvävetransport ned genom marken, än om marken hade varit odränerad. Mängden nitratkväve i marken kan också vara större på en väl-dränerad jord jämfört med i en sämre dränerad jord, eftersom en lägre vattenmättnad (mer syre) ökar kväveminaliseringen och minskar denitrifikationen.

Då en större andel av vattnet infiltrerar genom markprofilen och marken innehåller mer kväve, så finns en risk för ökad kväveutlakning. Om fältet ligger låglänt och mest påverkas av uppåtriktat flöde av grundvatten är risken för påverkan på grundvattnet sannolikt liten. Om däremot fältet ligger högre i terrängen kan det variera under året om vattnet från markprofilen går direkt ut i dräneringen eller infiltrerar till grundvattnet. När grundvattenytan ligger på ungefär samma nivå som dräneringssystemet kan man säga att vattnet är en blandning av vatten från fältet och från utströmmande grundvatten vilket kan ha både ytligt och djupare ursprung. När flödesriktningen är nedåtgående innebär det risk för påverkan på djupare grundvatten medan ett uppåtriktat grundvattenflöde snarare ger en utspädning av dräneringsvattnet.

FAKTARUTA 2

Mätningar av grundvatten i jordbrukslandskapet

Mätningar på jordbruksfält

Jordbrukets inverkan på grundvatten undersöks sedan 1970-talet på nio åkerfält i landet. Fälten ingår i växtföljderna på vanliga gårdar och brukas på det sätt som är normalt för gården. Tillsammans representerar fälten några olika kombinationer av klimat, jordart och odlingsinriktning i landet. Det nordligaste fältet finns i Jämtland medan resterande finns i Södermanland, Östergötland, Västergötland, Halland och Skåne.

Fälten är en del av den nationella miljöövervakningen av jordbruksmark som finansieras av Naturvårdsverket. Syftet är att långsiktigt följa hur utvecklingen inom jordbruket inverkar på grundvattnets kvalitet. Fälten fungerar som exempel på svenskt jordbruk och är en typ av statistisk undersökning där det inte är den enskilda lantbrukaren som är intressant utan den typiske lantbrukaren. Därför är inte heller fältens läge offentligt till skillnad mot recipientkontroll där syftet är att kontrollera en utsläppskälla.

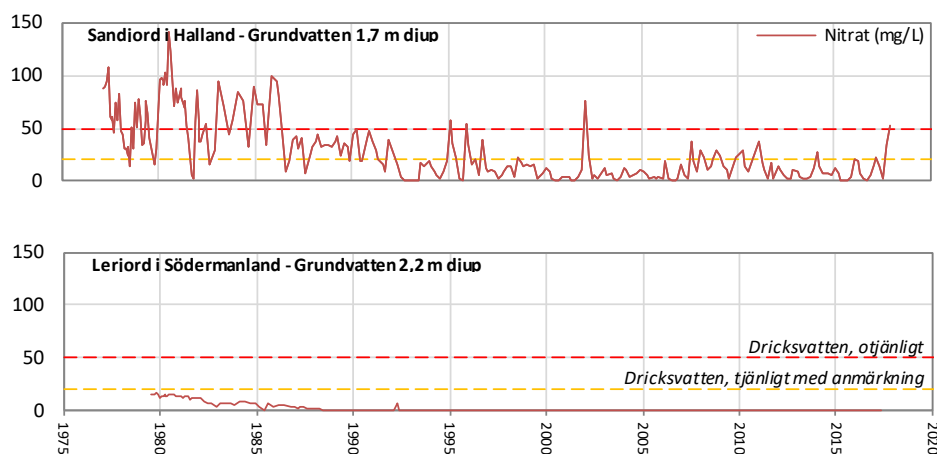
Grundvattenrör har anlagts mitt på fältet eller i dess nedre kant. Vattenprover tas sex gånger per år och vattnets trycknivå på två djup (ca 2 och 8 m) mäts varje månad. Vattnet analyseras för innehåll av nitratkväve och för pH, alkalinitet och konduktivitet. Varje år lämnar också lantbrukaren uppgifter om odlingen på fältet som gröda, gödsling, jordbearbetning och skörd. Förutom grundvattnet undersöks också dräneringsvattnet som lämnar fältet. Vattenprover tas då i en underjordisk station där också vattenföringen från fältet mäts.

Sandjord i Halland och lerjord i Södermanland

Nitrathalterna på flera av fälten minskar medan andra har oförändrade nivåer. Minskningen syns främst på fält med sandiga jordar som fält 12N i Halland. På fältet i Halland har odlingen förändrats på flera sätt, bland annat odlades det fånggröda redan på 90-talet, stallgödsel spreds inte alls under andra hälften av 90-talet och det är mer vall i växtföljden under senare år. Något ökande nitrathalter de senaste tio åren kan möjligen kopplas till att stallgödsel och biogasslam tillförs årligen. Förhöjd nitrathalt våren 2002 kan bero av att potatis odlades året före.

Fält 1D i Södermanland är ett typiskt fält med lerjord där nitrathalten i grundvattnet är låg jämfört med i en sandjord. Förutom några år i början av undersökningen har odlingen var likartad med en stor andel vall i växtföljden. Odling av vall är sannolikt en av orsakerna till de låga nitrathalterna men också att grundvattnet i en lerjord inte påverkas på samma sätt som i en sandjord. Förutom att det kan ske utströmning av äldre grundvatten med lågt nitratinnehåll är det också mer reduktion av nitrat till kvävgas i en lerjord.

I jämförelse med gränsvärden för klassning av dricksvatten är nitrathalterna på sandjordsfältet i genomsnitt utan anmärkning under senare år. Däremot förekommer värden som kan klassas som tjänligt med anmärkning (20 mg/l) och till med som otjänligt (50 mg/l). I grundvattnet på lerjordsfältet är halterna betydligt lägre och överskrider aldrig gränsvärdena för dricksvatten.

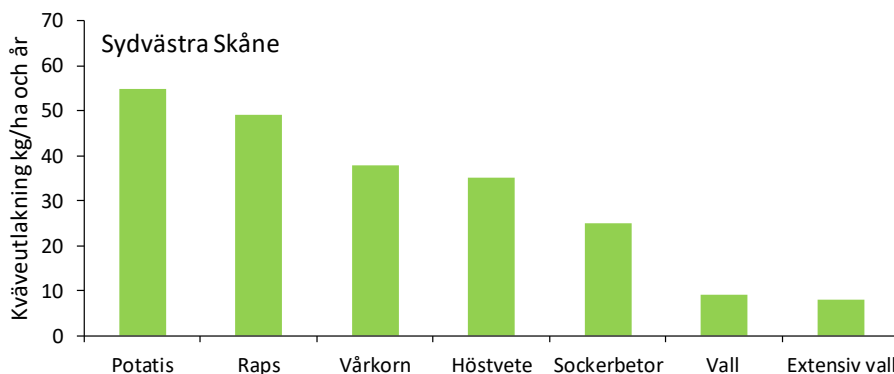


Odlingssystemet

Att jordbruksmarken är en källa till kväveläckage beror på själva odlingen, där ett- eller fååriga grödor avlöser varandra, med bar mark däremellan, men det är inte hela förklaringen. De jordar som används för odling är i sig ofta näringsrikare än annan mark, och därmed mer benägna att förlora näringsämnen som frigörs från markens förråd. Det naturliga bakgrundsläckaget är exempelvis därför större från åkerjorden på slättlandet än från de skogsbeklädda moränkullarna runt omkring.

Bakgrundsläckage – om jorden inte hade odlats

Enligt nationella beräkningar av näringsutlakningen från Sveriges åkermark¹³, är bakgrundsläckaget av kväve från åkermark i medeltal 5 kg per hektar, vilket motsvarar permanent gräsmark som inte gödslats eller skördats under lång tid (extensiv vall i Figur 8). Från odlad mark uppskattades kväveläckaget till i medeltal ca 19 kg per hektar för grödorna som odlades i Sverige under 2013 och med väderlek motsvarande ett normalår. Det betyder inte att hela mellanskillnaden är åtgärdbar. Odling kommer alltid att innebära ett ökat läckage, men hur stort det är varierar beroende på grödor och odlingsåtgärder och det finns metoder att begränsa läckaget för de flesta odlingsystem. De odlingsfaktorer som har störst betydelse för kväveläckaget kan sammanfattas i gröda, jordbearbetning och gödsling.



Figur 8. Grödan, och odlingsåtgärderna som hör till, har stor inverkan på kväveutlakningen. Ettåriga grödor har exempelvis större läckage än den fleråriga vallen. Växande vall som gödslas och skördas (slättervall) har nästan lika litet läckage av kväve som extensiv vall (bakgrundsläckage). Bilden visar kväveläckage i kg/ha (s k läckagekoefficienter) i eller efter olika grödor i sydvästra Skåne, beräknat enligt NLeCCS-systemet i de nationella belastningsberäkningarna för kväve. Värdena gäller jordart med lerhalt under 20% (sandy loam), vilket är vanligt i regionen.

¹³ Johansson et al. 2016. Läckage av näringsämnen från svensk åkermark – beräkningar av normalläckage av kväve och fosfor för 2013. SMED Rapport 189.

Gröda

Vad som växer på åkern, eller snarare under hur stor del av året som det växer, är en viktig indikator på risken för läckage av kväve. I Sverige odlas ettåriga grödor med både kortare växtsäsong, t ex vårstråsäd, och med längre säsong, t ex höstgrödor. Betes- och slåttervall är exempel på fleråriga grödor.

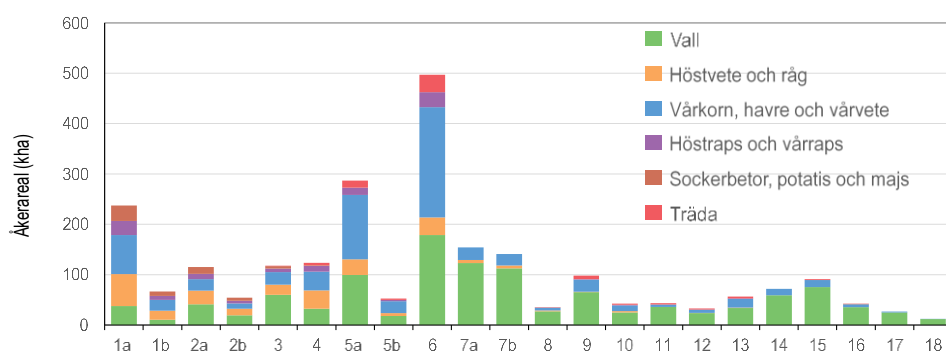
Fördelningen mellan grödtyperna varierar mellan regioner (Figur 9).

När marken hålls beväxten med en perenn gröda, t ex vall, kan läckaget vara nästan lika litet som det vi kallar bakgrundsläckage, genom att växttäcknet hålls intakt så att rötterna är verksamma under en stor del av året (Figur 10).

Efter en ettårig gröda blir det ofta ett uppehåll till nästa gröda, och jorden bearbetas inför sådd av den. Det innebär risk för att kväve som mineraliseras ackumuleras i marken inför avrinningssäsongen, och riskerar att lakas ut istället för att tas upp i en gröda.

Men det är inte bara växtperiodens längd som har betydelse för variationen i läckage hos olika grödor som framgår av Figur 8. Det handlar också om rötternas djup och effektivitet, hur stor andel av det kväve som tas upp som förs bort med skörden, växtresternas kväveinnehåll m m. Tidigt skördad potatis är exempelvis en gröda där kombinationen kort växtsäsong, svag rotutbredning och kväverika växtrester gör att läckaget blir större än från andra ettåriga grödor. En gröda med liten utlakning är sockerbetor som har både en lång växtsäsong och djupa rötter.

Höstgrödor, t ex höstvetete och höstraps, sås redan hösten före året som de ska skördas. Därmed hålls marken beväxten den första hösten, och grödorna hinner utveckla ett kraftigt rotsystem. Efter höstraps, kan läckaget av kväve dock bli betydande eftersom rapsen skördas tidigt och dessutom lämnar efter sig kväverika växtrester som ökar kvävemineraliseringen i marken, och utlakningsrisken.



Figur 9. Spannmål och vall är de vanligaste grödorna i Sverige, men oljevaxter, sockerbetor, potatis och majs är också viktiga grödor för många odlare. Ärtor, åkerbönor och annan trindsäd är grödor som ökar, men som totalt sett inte utgör så stor del av arealen. Vallarna och en stor del av spannmålsgrödorna blir foder till djuren, men höstvetete för mjöl är en stor gröda i flera regioner. Vallarna dominerar i norra Sverige. Läckagerregionerna visas i karta i Figur 3¹⁴.

¹⁴ Johnsson et al. 2019. NLeCCS – ett system för beräkning av läckage av näringsämnen från åkermark. Ekohydrologi 159, SLU, Uppsala.

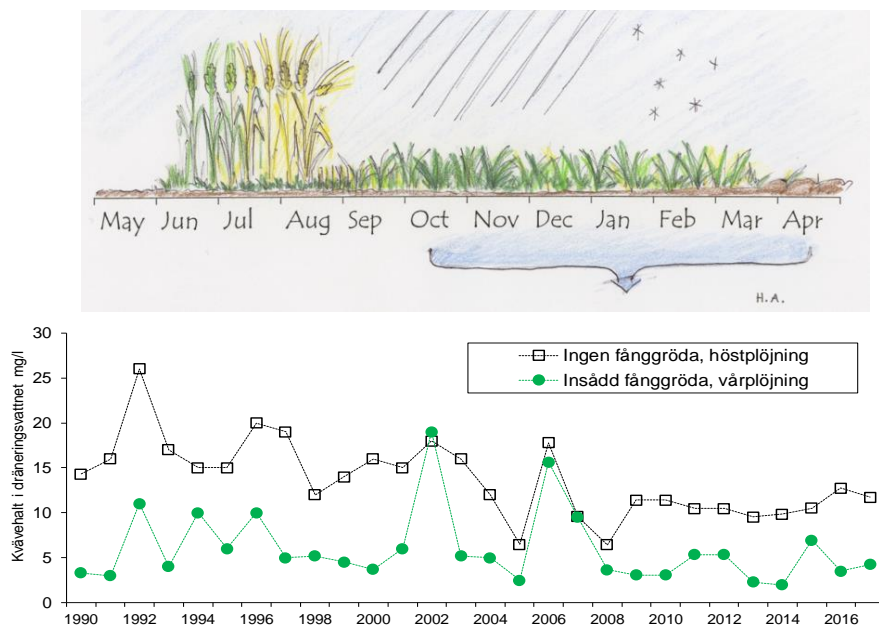
Grödan som redskap för minskat läckage

Att utnyttja grödors förmåga för att hålla nere mängden utlakningsbart kväve i marken under hösten är viktiga åtgärder för att minska läckaget, och finns också med i regelverk, rådgivning och stödsystem.

För Götaland finns sedan 1990-talet en regel om så kallad höst- eller vintergrön mark, dvs att odla grödor med lång växtperiod. Det innebär att 50-60% av åkerarealen på en gård ska vara bevuxen med t ex vall, höstgrödor eller fånggrödor, men även sockerbetor och obearbetad stubb räknas in. På en stubbåker kan tillväxten av spillsäd och ogräs skydda mot läckage av kväve.

Sedan början av 2000-talet har fånggrödor varit en viktig åtgärd för minskat kväveläckage i södra Sverige, och för fånggröda ges en miljöstöd inom landsbygdsprogrammet. Det kan också kombineras med ett stöd för vårbearbetning. Fånggrödeodlingen har som mest omfattat ca 150 000 hektar, och är en av de effektivaste åtgärderna för att minska kväveläckaget i växtföljder med vårsäd och andra grödor som inte övervintrar. En bra fånggröda kan bestå av ett gräs eller gräs/klöverblandning som sås in i stråsäden på våren och får växa under hösten, och kanske hela vintern, se Figur 10. En fånggröda kan också sås efter skörd av huvudgrödan, och då är det t ex oljerättika eller höstråg som används. Efter tidiga grödor, t ex tidig potatis, kan eftersådda fånggrödor vara särskilt effektiva för att minska läckaget.

Att odla fånggröda är effektivare än att låta ogräs och spillsäd växa i en stubbåker på hösten, och en fånggröda kan även hålla undan besvärliga ogräs som t ex kvickrot.



Figur 10. En fånggröda håller marken bevuxen under hösten i växtföljder där marken annars skulle legat obevuxen. Fånggrödan kan ta upp överblivet gödselkväve om skörden inte blivit som förväntad, och buffrar mot ansamling av mineralkväve i marken under hösten. Bäst fungerar den om den får växa fram till våren, men ger även bra effekt om den brukas ned sent på hösten, vilket är vanligast. I ett av SLU:s långliggande försök på sandjord i Halland har insådd fånggröda som brukas ned på våren i genomsnitt halverat kväveutlakningen jämfört med mark som plöjs på hösten ¹⁵.

¹⁵ Aronsson et al. 2018. Utlakningsförsök med vintergrön mark 1993-2017. Ekohydrologi 151, SLU, Uppsala.

Jordbearbetning

Jordbearbetningen är till för att bereda marken för sådd av grödan och för att bekämpa ogräs. För att bekämpa fleråriga rotagräs, t ex kvickrot, krävs ofta upprepad mekanisk jordbearbetning under hösten, eller bekämpning med ogräsmiddel. Både jordbearbetning och kemisk ogräsbehandling på hösten innebär att man avbryter det som växer och därmed upptaget av kväve. Detta är syftet, men innebär i sig att risken för utlakning ökar. Jordbearbetning innebär också att växtdelar brukas ned i marken, och att aktiviteten i nedbrytning och kvävemineralisering stimuleras extra mycket. Ju tidigare det sker på hösten, desto större kan frigörelsen av kväve bli. Därför innebär jordbearbetning på hösten en risk för utlakning av kväve, särskilt om det sker före mitten av oktober.

Jordbearbetningsmetoder för minskat kväveläckage

Lantbrukare tillämpar olika jordbearbetningssystem, med olika grad av bearbetningsdjup och intensitet, se Faktaruta 3. Olika forskningsstudier har visat att det är främst tidpunkten för jordbearbetning på hösten som påverkar risken för kväveutlakning snarare än hur djupt eller hur många gånger man bearbetar. Att senarelägga jordbearbetningen så mycket det går på hösten, eller att istället vårbearbeta är därför viktiga åtgärder mot kväveutlakning, särskilt på jordar med låg lerhalt. Det gäller både om man tillämpar konventionell eller reducerad jordbearbetning. För att undvika plöjning på hösten kan man få ett särskilt stöd inom landsbygdsprogrammet.

FAKTARUTA 3

Jordbearbetningssystem

Lantbrukare använder olika jordbearbetningssystem, där valet kan bero av jordart, odlingsinriktning, ogräsproblematik, m m. Ibland kombinerar man t ex reducerad jordbearbetning under några år med konventionell plöjning enstaka år.

Konventionell

Stubbearbetning med kultivator för att sönderdela växtrester och ogräs, följt av plöjning till ca 25 cm djup är en traditionell metod för jordbearbetning. När man inte använder kemiska ogräsmiddel (tex ekologisk odling) är konventionell jordbearbetning vanligt eftersom det är ett effektivt system för att bekämpa fleråriga ogräs, som t ex kvickrot.

Reducerad

Vid reducerad jordbearbetning bearbetas marken utan att vändas med plog. Istället används någon typ av kultivator, t ex pinn- eller diskcultivator. Bearbetningsdjupet blir mindre, 5-15 cm jämfört med plöjning.

Direktsådd

Innebär i renodlad form att man aldrig rör om i jorden. Grödan sås med specialredskap i stubben från den föregående grödan. Med tiden bildas ett ytligt skikt med hög halt av organiskt material istället för en homogen matjord ned till 25 cm djup som man får när man plöjer. I direktsådda system får man också bildning av mer permanenta porer och sprickor nedåt i marken. I direktsådda system är man ofta beroende av att bekämpa ogräs med kemiska ogräsmiddel.

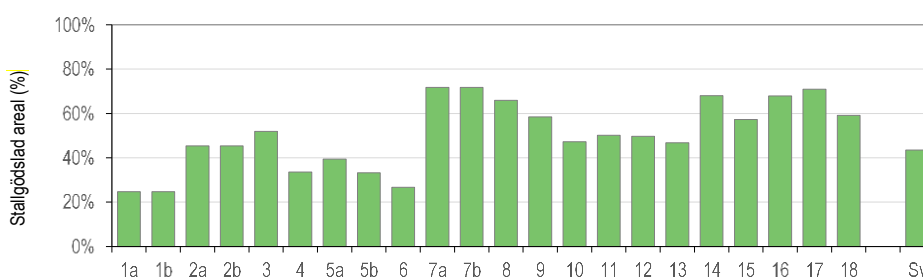
'Conservation tillage'

Benämningen på ett odlingssystem där man tillämpar direktsådd i största möjliga utsträckning och arbetar med växtföljd och mellangrödor för att öka bördighet och avkastning. Man utesluter inte kemiska växtskyddsmedel och inte heller mineralgödselmedel.

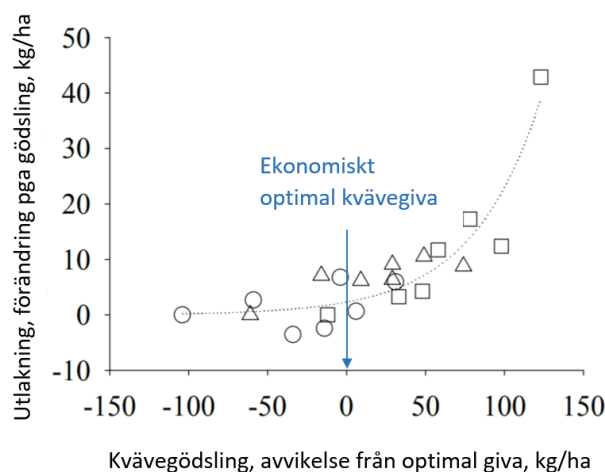
Gödsling

Jordbruksmark som används för produktion gödglas nästan alltid, med mineralgödsel och/eller stallgödsel (se Faktaruta 4). Andelen mark som tillförs stallgödsel är i genomsnitt drygt 40% men varierar stort mellan regioner i landet (Figur 11).

Att gödsla betyder inte ökad risk för läckage av kväve, så länge gödslingen sker vid optimal tidpunkt och överensstämmer med grödans förmåga att ta upp kvävet. Vid överdosering blir däremot gödselkväve kvar i marken efter skörd och kväveutlakningen riskerar att öka (Figur 12). Hur stor den blir beror av jordart och nederbörd. Generellt är mineralgödsel lättare att dosera än stallgödsel, eftersom det endast innehåller kväve i växttillgänglig form.



Figur 11. Mellan ca 20 och 70% av åkermarken gödglas med stallgödsel i Sverige, och det varierar beroende på region och gröda ¹⁶. Majs och slättervall är de grödor som gödglas med stallgödsel i störst omfattning. Figuren visar andel stallgödslad mark i läckageregioner (dessa beskrivs i Figur 6).



Figur 12. Ett försök på sandjord i Västergötland under tre år visade på det typiska sambandet mellan gödsling och utlakning. Vid låga givor och upp till ekonomiskt optimal giva ökade skörden successivt, men nitratutlakningen var liten. Över denna giva ökade sedan utlakningen exponentiellt med ökande givor ¹⁷. Sådana här samband kan användas för att t ex uppskatta hur mycket en bättre fördelning av kvävegivan över ett ojämnt fält (precisionsgödsling) kan minska risken för utlakning.

¹⁶ Johnsson m fl. 2019. Läckage av näringsämnen från svensk åkermark. SMED Rapport 5.

¹⁷ Delin, S. och Stenberg, M. 2012. Nitratutlakning beroende på kvävegödslingsnivå och skörderespons i havre på en lätt jord. Rapport 10, Institutionen för mark och miljö, SLU, Uppsala.

FAKTARUTA 4**Mineralgödsel och stallgödsel**

Mineralgödsel (konstgödsel, handelsgödsel) framställs genom industriell fixering av luftkväve och består av nitratsalt och/eller ammoniumsalt. Det kan också bestå av urea (amidkväve), en kväveförening som snabbt överförs till ammonium i marken. Stallgödsel är ett samlingsbegrepp för gödsel och urin från djuren, dvs främst kor, grisar, kyckling och höns, samt hästar. Den innehåller organiska kväveföreningar och ammonium i olika sammansättning. Kvävet i urinen är exempelvis nästan uteslutande i ammoniumform, medan fast gödsel innehåller främst kväve i organisk form.

Flytgödsel är en blandning av båda, och är det vanligaste gödselslaget från kor och grisar idag. Stallgödsel som tillförs har en direkt verkan genom ammoniumkvävet, men också en långsiktig inverkan genom sitt innehåll av organiskt kväve som mineraliseras. Stallgödsel ökar markens bördighet.

Andra organiska gödselmedel som används inom jordbruket är t ex biogödsel från metangasproduktion, rötslam, och gödsel producerad av olika organiska restprodukter inom livsmedelsindustri m.m. Humanurin används i mycket liten utsträckning.

Mängden växttillgängligt kväve varierar i olika gödselslag och också beroende på djurslag. I tabellen nedan visas Jordbruksverkets schablonvärden för lättillgängligt kväve i olika typer av stallgödsel¹⁸.

Gödseltyp	Djurslag	Kväve (kg/10 ton gödsel)
Fastgödsel	Nöt	10
	Svin	10
	Höns	70
	Slaktkyckling	100
	Häst	5
Djupströgödsel	Nöt	5
	Svin	5
Urin (täckt behållare)	Nöt	25
	Svin	15
Flytgödsel	Nöt (9% ts)	15
	Svin (8% ts)	30
	Svin (6% ts)	20

Rätt dosering med mineralgödsel

Anpassning av gödselgivan efter grödans behov handlar om att anpassa givans storlek efter den skörd som är möjlig att få och om att fördela givan rätt i tiden. Det handlar också om att ta hänsyn till förfrukteffekt av föregående gröda och markens kväveleverans. Både grödans tillväxt och markens leverans av kväve är parametrar som varierar med årsmånerna och därmed är det inte alltid så lätt att gödsla rätt i praktiken, även om man följer rekommendationer, särskilt inte under år som avviker från det normala.

Precisionsgödsling

För mineralgödsel har olika tekniker för precisionsgödsling blivit ett hjälpmedel för att tillföra kväve i rätt mängd efter fältens variationer i växande grödor, t ex för höstveten som sås på hösten och gödslas på våren. Det handlar t ex om att läsa av grödans färg med en sensor, eller att ladda hem aktuella satellitkartor över fälten. Med hjälp av kalibreringsfunktioner kan sedan

¹⁸ Eskilsson, J. 2014. Gödsel och miljö. Vägledningsmaterial, Jordbruksverket.

gödseln fördelas efter fältens variation i avkastningsförmåga, och man undviker onödig överdosering på lågavkastande delar av fälten och utnyttjar tillfört kväve bättre. Precisionsgödsling kan ge minskad utlakning för fält med stor variation, men det är också viktigt att hamna rätt med själva medelgivan för fältet eftersom precisionsgödslingen endast fördelar en bestämd medelgiva efter variationerna.

Stallgödselåtgärder

Stallgödselåtgärder handlar om att känna till gödselns näringsinnehåll för att kunna dosera rätt, och att sprida gödseln vid lämplig tidpunkt (se Faktaruta 4). Stallgödseln innehåller kväve i både ammoniumform och organiskt bunden form, som blir tillgängligt allteftersom den bryts ned i marken. Vissa stallgödselslag har endast en liten andel ammoniumkväve och därmed en liten direktverkan. Då handlar det ofta om att komplettera stallgödseln med kväve i form av mineralgödsel.

För stallgödseln handlar det också om att ta hänsyn till och minimera risken för att kväve försvinner genom ammoniakavgång. Att utnyttja kvävet i stallgödseln på bästa sätt är något som rådgivningen haft stort fokus på sedan länge, inte minst inom rådgivningsprogrammet Greppa näringen. Greppa näringen, som startade 2001, drivs av Jordbruksverket tillsammans med LRF och länsstyrelserna. Greppa näringens rådgivning bygger på individuell kostnadsfri rådgivning för lantbrukare inom områdena övergödning, klimat och växtskydd (www.greppa.nu).

Stallgödseln är tung och omfångsrik, och spridningen måste anpassas i tid för att ge plats för ny gödsel i lagret men också när det fungerar rent praktiskt. Att prioritera vårspridning, och att höstsprida endast till grödor med stort kväveupptag under hösten, är viktiga åtgärder för de kväverika gödselslagen, t ex gödsel från fjäderfä och flytgödsel från ko och gris. Här finns ett omfattande regelverk, särskilt inom nitratkänsliga områden, som ska säkerställa att miljöpåverkan blir så liten som möjligt, genom restriktioner för spridningstidpunkter, mängder m m. (se Faktaruta 5). Men lantbrukarens kunskaper och bedömningar är mycket viktiga, och därför är rådgivningen och kompetensförsörjning viktiga kompletterande redskap till regelverket.

Gödsling och val av gröda anpassas efter väderlek

Med en anpassad gödsling, kanske genom flera gödslingstillfällen och med anpassning efter fältvariation, förväntas gödselkvävet ha utnyttjats av grödan och alltså inte utgöra ett hot för läckage. Men det finns alltid risk att man gödslar för en gröda som inte beter sig som förväntat. Under blöta år kan gödsel riskera att lakas ut under säsongen, och under torra år riskerar kväve att ligga kvar utan att ha tagits upp av grödan. För stallgödsel kan det vara svårt att uppskatta hur mycket kväve som kommer att bli tillgängligt, och ofta känner man inte heller till gödselns exakta innehåll av växttillgängligt kväve. Under år med restkväve i marken efter skörd kan en höstväxande gröda vara ett sätt att minska risken för utlakning. I växtföljder där man säkrar upp höstupptag med tex fånggrödor får man en buffert mot läckage, både för överblivet gödselkväve och för kväve som frigörs i marken. I odlingsystem med stallgödsel har man ofta stor höstmineralisering, och där är höstväxande grödor extra viktiga.

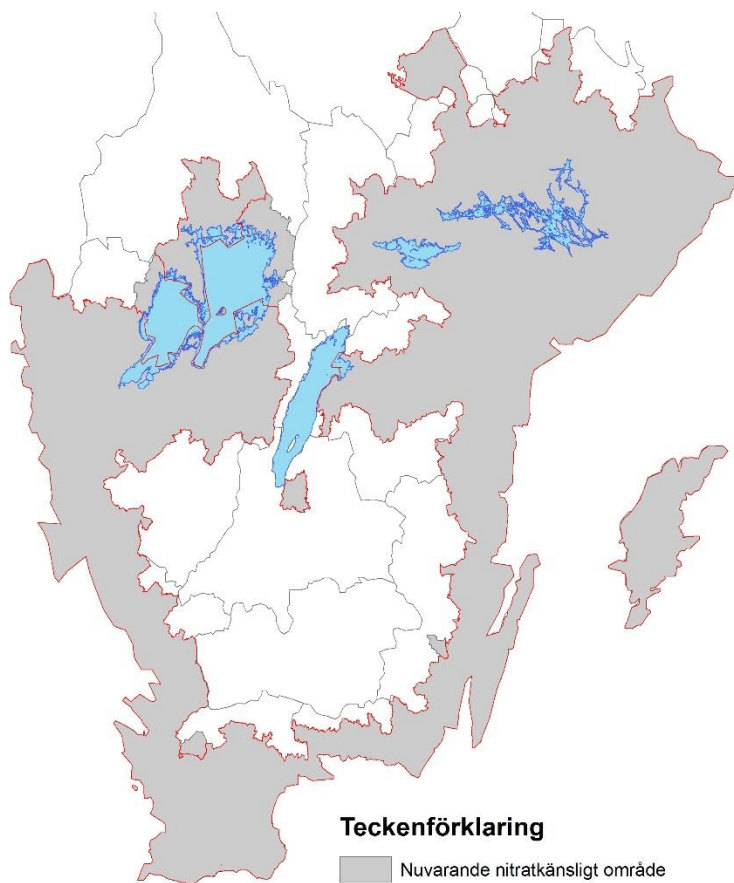
FAKTARUTA 5

Nitratdirektivet och nitratkänsliga områden

I Sverige har vi länge haft regelverk som reglerar djurtätheten på gårdar (antalet djur i förhållande till spridningsareal för gödsel) och därmed möjliggör att stallgödseln utnyttjas effektivt.

Mycket av det detaljerade regelverket kring hantering och spridning av stallgödsel som gäller för jordbruksföretag har tillkommit för att uppfylla EU:s nitratdirektiv. I enlighet med direktivet ska varje medlemsland peka ut så kallade nitratkänsliga områden, där särskilda regler införs för att hindra påverkan av stallgödsel på yt- och grundvatten. En del av reglerna gäller i hela landet. Viktiga regler inom nitratkänsliga områden är t ex:

- Krav på lagringskapacitet (antal månader) för gödseln
- Stängd period för spridning av organiska gödselmedel 1 nov-28 feb
- Krav på myllning av stallgödsel
- Förbud mot höstgödsling utom till höstgrödor
- Maxgiva för höstgödsling till höstgrödor
- Maxgiva för organiska gödselmedel: 170 kg tot-N/ha och år
- Förbud under känsliga förhållanden (snötäckt, sluttande, frusen/vattenmättad mark, nära vattendrag)



Teckenförklaring

- Nuvarande nitratkänsligt område
- Känsligt område före översynen 2014
- Länsgränser

Nitratkänsliga områden (Jordbruksverket.se)

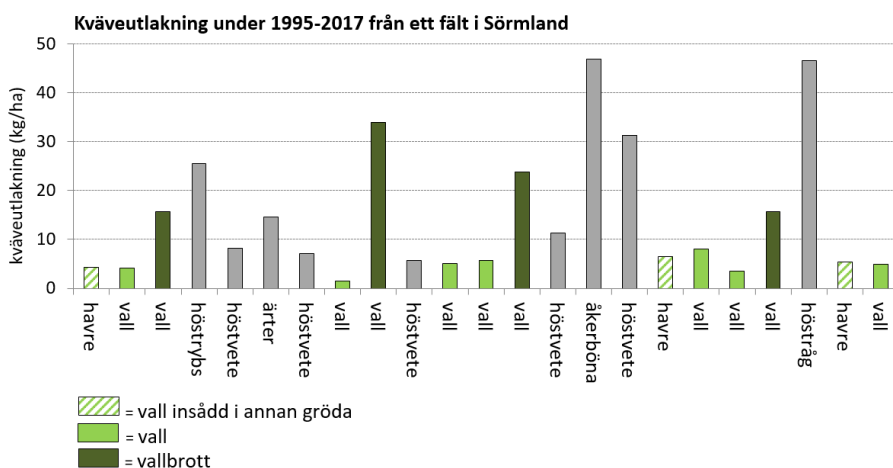
Odlingsinriktningen styr åtgärdsarbetet

Beroende på driftsinriktning och naturgivna förutsättningar kan växtföljder, odlingsåtgärder, och därmed också risk för nitratpåverkan på grundvattnet, se olika ut på olika gårdar. Behov av åtgärder och vilka åtgärder som är viktigast varierar därför. Grunden i åtgärdsarbetet för att minska nitratläckage från marken är att arbeta med grödorna, gödslingen och jordbearbetningen på ett sätt som ger så lite glapp som möjligt mellan grödorna, så liten mineralisering av kväve som möjligt utanför odlingssäsongen, och en hög utnyttjandegrad av det kväve till tillförs med gödsel.

För växtodlingsgårdar med mycket ettåriga grödor är ofta mindre jordbearbetning på hösten, noggrannare gödsling och fånggrödor (mellangrödor) viktiga åtgärder.

För djurgårdar är effektiv användning av stallgödseln den viktigaste utgångspunkten, där vårspridning av ammoniumrika gödselslag (t ex flytgödsel) och hänsyn till kväveverkan av stallgödseln i gödslingsplaneringen är viktiga delar. För mjölkgårdarna, som har mycket vall, innebär den fleråriga vallen ofta ett bra skydd mot läckage, genom att marken är effektivt bevuxen under flera vintrar i växtföljden (Figur 13). Där är det främst i samband med att vallen bryts som läckaget kan bli stort. Att undvika tidigt vallbrott på hösten och gödsling efter vallbrott är viktiga åtgärder.

När det gäller ekologisk odling råder ingen stor skillnad jämfört med konventionell vad gäller kväveläckage eller principer för åtgärder, enligt de svenska utlagningsförsöken. I ekologisk odling är nedbrukning av gröngödslingsgrödor kritiska moment, liksom utmaningen med att skördeutfallet (kväveutnyttjandet) kan bli osäkrare. Det beror på att man inte kan bekämpa skadegörare och ogräs i samma utsträckning som på konventionella gårdar.

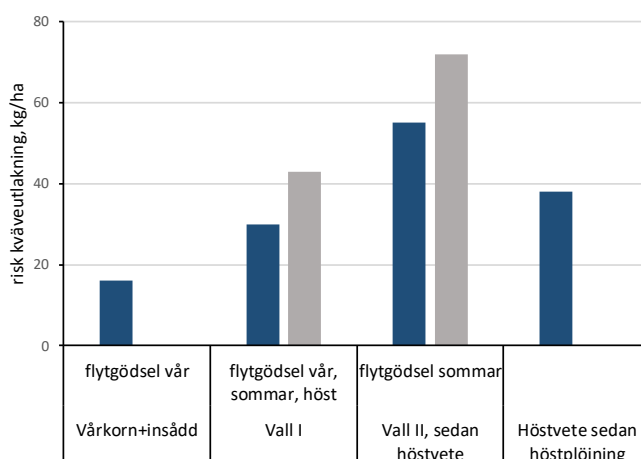


Figur 13. I miljöövervakningsprogrammet "Observationsfält på åkermark" följs kväveutlakningen i långa mätserier¹⁹, där olika grödor avlöser varandra. Figuren visar ett fält på en mjölkgård, där kväveläckaget är litet under vallåren, men ökar i samband med att vallen plöjs inför nästa gröda, då kväverika växtrester plöjs ned i marken och kvävefrigörelsen ökar.

¹⁹ Norberg et al. 2019. Växtnäringsförluster från åkermark 2017/2018. Ekohydrologi 162, SLU, Uppsala.

Dränering och bevattning

Dränering och bevattning är produktionsbefrämjande. Genom att bevattna kan man säkerställa ett bra kväveutnyttjande och minska risken för kväveläckage (Figur 14). Däremot kan för mycket bevattning liksom för stor nederbörd innebära risk för ökad nitrattransport i marken. Rätt utnyttjat kan dränering och bevattning innebära bättre kväve- och vattenhushållning och mindre läckage från fältet till vattendragen, t ex genom att samla upp det kväverika dräneringsvattnet under höst och vinter, lagra det i dammar och sedan återanvända det nästa säsong för bevattning.



Figur 14. Bilden visar ett läckagescenario för olika fält i en möjlig växtföljd på en mjölkgård. I scenariot gav torka 40% skördeminskning hos vallarna (grå staplar) och därmed dåligt gödselutnyttjande och stor utlakning. Bevattning för att rädda skördarna minskade samtidigt läckaget (blå staplar) (beräknad utlakning med rådgivningsverktyget VERA).

Jordbrukets punktkällor

Punktkällor från ett jordbruk är främst relaterat till djurhållningen, t ex risk för läckage från gödsellager, djur som vistas på begränsade ytor och pressvatten från ensilageupplag. En punktkälla på ett jordbruksföretag är också avloppsanläggning även om den inte, eller bara delvis, hör till verksamheten.

Gödsellagring - permanent och tillfällig

Stora mängder gödsel på samma ställe kan alltid innebära en risk för påverkan på miljön. För djurbesättningar på jordbruksföretag med fler än 10 djurenheter (i nitratkänsliga områden fler än 2) finns därför bestämmelser om hur lagringsutrymmen för stallgödsel ska utformas för säker och tillräcklig lagring, t ex på betongplatta eller i brunn. Krav på lagringskapacitet (6-10 mån) varierar

för gödselslag, besättningsstorlek, och om man ligger i nitratkänsligt område eller inte.

Djurhållning som inte bedrivs på jordbruksföretag, tex hästhållning, omfattas inte av samma specifika regelverk. Men miljöbalkens allmänna hänsynsregler säger samtidigt att all verksamhet som kan ge negativ påverkan på miljön eller människors hälsa måste vidta åtgärder för att hindra detta. Därför måste alla djurhållare ha en miljömässigt säker lagring av gödsel, och kunna undvika olämpliga förhållanden för spridning av gödseln.

På åkrar ser man ibland tillfälliga gödsellager direkt på marken, t ex djupströgödsel som komposteras innan spridning. Sådana lager utgör en risk för påverkan på grundvattnet jämfört med när gödseln ligger på täta lager som t ex en betongplatta. Även om djupströgödsel inte innehåller så mycket nitratkväve, så kommer ändå det organiskt bundna kvävet i gödseln att omsättas och nitratbildningen att öka. Gödsel som ligger på genomsläpplig jord utgör därmed en potentiell risk för påverkan, särskilt i inströmningsområden. I Jordbruksverkets allmänna råd om gödsel och miljö finns beskrivet vilka försiktighetsåtgärder man behöver vidta om gödsel behöver lagras på fält under en kortare tid ²⁰.

Fällor och rasthagar – djur som vistas ute

Nästan alla djur som vistas ute kan ge upphov till ökad näringsbelastning. Störst är risken när många djur samlas på en begränsad yta. I de större betesmarkerna är djurtätheten ofta inte så stor, och näringen från gödseln tas upp av växtligheten och omsätts till nytt bete. I mindre rasthagar eller fällor, där djuren vistas utan egentligt bete, sker en stor gödselbelastning och inget eller mycket litet upptag i vegetation. Hästrasthagar med hög beläggning, rastytor nära stora stallar för utehöns samt utfodrings- och liggplatser för betesdjur är exempel på riskområden för påverkan på yt- och grundvatten. Risken förstärks genom att platserna ofta används år efter år.

I fällor och mindre rasthagar är det främst den direkta punktbelastningen från gödseln som innebär risk för påverkan på grundvattnet, medan söndertrampning av markytan, med erosion och ytavrinning som följd främst riskerar att påverka vattenkvaliteten i diken och vattendrag, särskilt om djuren går nära vattnet.

Ensilagelagring – pressvatten

Ensilerat grovfoder lagras på olika sätt på gården. En del lagras som inplastade rundbalar, antingen på fälten där de skördades eller så transporteras de till gården i närheten av stallarna. Ensilage lagras också i gjutna ensilagefickor, ensilagebetor och inplastade i andra former än rundbalar. Beroende på vattenhalten i växtmaterialet bildas olika mängd pressvatten, som innehåller organiskt material och även näringsämnen. Pressvatten från silos leder man ofta till gödselbrunnen för att undvika att foderlagret blir en punktkälla.

²⁰ Eskilsson, J. 2014. Gödsel och miljö. Vägledningsmaterial, Jordbruksverket.

Bedömning av risk för påverkan

När risken för påverkan på grundvatten av jordbruk ska bedömas kan det finnas olika utgångspunkter. Det kan vara ett befintligt vattenskyddsområde kring en grundvattentäkt där det behöver säkerställas att kvaliteten på grundvattnet inte riskerar att försämrars. En annan orsak kan vara när det planeras för en ny grundvattentäkt då inte bara förutsättningarna för uttag behöver bedömas utan också riskerna för påverkan. Det kan också finnas grundvattenmagasin som av andra orsaker behöver skyddas från påverkan, exempelvis när känsliga ekosystem är beroende av att utflödande grundvatten har en viss sammansättning.

Bedömningen av jordbrukets inverkan på grundvattnet kan delas in i två steg (Figur 15): (1) att identifiera riskområden i landskapet utifrån geologi och hydrologi, samt (2) att identifiera riskfaktorer inom odlingsystemet.

För att underlätta bedömningen kan olika verktyg vara till hjälp. De kan ge underlag för att bedöma var de största riskerna för påverkan på grundvatten finns.



Figur 15. Risk för påverkan av jordbruk på grundvatten bedöms utifrån landskapets ursprung och utseende, markanvändning och dräneringsförhållanden samt typ av odlingsystem.

Checklista för landskap och odlingsystem

En sammanfattning av vad som kan vara viktigt att tänka på vid bedömning av risk för påverkan på grundvattnet visas nedan.

Landskapet

1. *Grundvattenmagasin/grundvattenförekomster*
 - identifiera var de finns, typ och geografisk utbredning
 - finns det dricksvattentäkter
2. *Tillrinningsområden/avrinningsområden*
 - identifiera var de finns och deras geografiska utbredning
 - hur förhåller sig tillrinningsområdena till grundvattenmagasinen, har de samma utbredningsområde
3. *Vattenskyddsområden*
 - vilken geografisk utbredning har de och stämmer de med tillrinningsområdenas utbredning
 - hur överensstämmer de med grundvattenmagasinens utbredning
4. *Inströmningsområden*
 - identifiera om möjligt var i landskapet vatten infiltrerar till grundvatten
5. *Markanvändning*
 - identifiera var jordbruksmarken finns och vad som är åkermark respektive betesmark (åkermark går att plöja och är definierad i jordbruksstöden)
 - identifiera om det finns åkermark i inströmningsområden

Odlingssystemet

6. *Typ av jordbruk*
 - om gården använder stallgödsel finns en risk för merutlakning i vissa odlingssystem
7. *Odlingsinriktning*
 - vilken typ av grödor som odlas ger en uppskattning om utlakningsnivån i förhållande till bakgrundsläckage
8. *Motåtgärder*
 - tillämpas åtgärder mot kväveläckage
 - finns det ytterligare möjligheter till åtgärder
9. *Jordarter och dränering*
 - vilka jordarter förekommer och var finns de
 - vilka är flödesvägarna från fälten, är fälten dränerade (täckdiken eller grävda diken) eller är det genomsläppliga jordar utan behov av vattenavledning
10. *Bedömning i fält*
 - tillsammans med markägare/lantbrukare kan man fånga upp den lokala kännedomen om mark och vattenflöden

Verktyg för identifiering av riskområden

För att kunna bedöma var i landskapet de största riskerna för påverkan på grundvatten finns behöver man information i form av kartor om landskapets geologi och hydrologi samt om markanvändning, jordarter och dräneringsförhållanden.

De viktigaste kartunderlagen finns att tillgå direkt via webben, antingen kan de laddas hem som geografiska filer som man själv arbetar vidare med, eller så kombinerar man kartlager i webbläsaren och laddar sedan ner egendesignade kartor.

Utifrån kartunderlagen går man vidare med att identifiera vara det kan finnas riskområden. Kartorna i sig innehåller sällan riskklassningar men genom att kombinera olika underlag kan man få fram information som ger vägledning om var de största riskerna finns.

Kartverktygen som finns tillgängliga innehåller ofta mycket information. För att arbeta med dem kan det behöva avsättas tillräckligt med tid om man inte är van vid dem sedan tidigare. Det behöver också finnas kunskap om hur informationen ska tolkas. Nedan beskrivs några verktyg som kan användas för identifiering av riskområden.

VISS

I länsstyrelsernas informationssystem VISS samlas information om Sveriges alla vattenförekomster och grundvattenförekomster. Systemet har tagits fram av länsstyrelserna för Sveriges arbete med vattenförvaltning enligt EU:s vattendirektiv. Här hittar man bl a klassningar av vattenförekomster för att bedöma vilken status de har.

I sitt eget GIS-program kan man titta på kartorna i VISS genom en s k WMS-tjänst. Det innebär att man kan ha dem som underlag för att göra analyser i egna kartskikt.

VISS och länsstyrelsernas kartvisningssystem innehåller mycket av den information som behövs för att bedöma karaktären i ett område. Det mesta är tillgängligt för allmänheten men det kan finnas begränsningar i visningen av känsliga data, exempelvis om grundvattentäkter.

<https://viss.lansstyrelsen.se/>

SGU:s kartvisare

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har på sin webbsida ett kartverktyg där kartor över berggrund, grundvattenmagasin, jordlager etc. kan tas fram för ett specifikt område. Vilken information som ska visas i kartan väljer man själv och därefter laddar man hem den i pdf-format. Ett exempel på egendesignad karta finns i Figur 4.

Genom att lägga samman olika kartlager och med kännedom om hur olika typiska hydrogeologiska miljöer fungerar utifrån risk för sårbarhet på grundvatten, exempelvis enligt Figur 1, skapas möjligheter att ringa in viktiga riskområden. För en säkrare bedömning är det en fördel om man har tillgång till hydrogeologisk kompetens.

Kartvisaren är ett utmärkt verktyg för att ta fram färdiga kartor utifrån egna behov. Däremot är inte kartorna tillgängliga som geografiska filer (GIS).

<https://apps.sgu.se/kartvisare/>

Digitala åkermarkskartan

Åkermarkens jordarter finns sedan några år tillbaka i karta med en upplösning på 50x50 meter. Kartan visar halterna av lera, silt och sand i matjorden och omfattar all jordbruksmark upp till och med Hälsingland. Kartan har tagits fram av SLU i samarbete med SGU.

Urval och egendefinierad karta kan laddas hem som pdf-fil men man kan också ladda hem hela kartmaterialet i GIS-format.

För att identifiera riskområden utifrån lerhalt kan man utgå från Figur 7, där utlakningen från olika jordarter men med samma gröda och klimat visas.

<https://www.sgu.se/om-sgu/nyheter/2016/juni/detaljerad-jordartskarta-for-svensk-akermark/>

Verktyg för att bedöma risker i odlingsystemet

Risken för nitratläckage från marken påverkas, som beskrivits ovan, av både naturgivna förutsättningar och av odlingen. Gödslingsrekommendationer och rådgivning handlar bland annat om att vägleda lantbrukaren för att optimera produktionen och samtidigt minska riskerna för negativ miljöpåverkan. De modeller och verktyg som används i rådgivningen kan också användas allmänt för att bedöma *graden av risk* för läckage av nitrat till grundvatten. Däremot finns idag ingen metod som kan *kvantifiera* läckaget från en viss gård med en viss produktion.

Växtnäringsbalansen är inkörsporren för växtnäringsrådgivningen. Genom att göra en växtnäringsbalans för sin gård får man en överblick av förhållandet mellan den mängd kväve som tillförs (t ex gödsel och foder) och den mängd som bortförs med avsaluprodukter. Differensen blir ett mått på hur väl det tillförda kvävet utnyttjas. På alla djurgårdar har man i princip alltid ett visst överskott av kväve, vilket beror på bland annat uppbyggnad av kväve i marken via stallgödsel. Ett stort överskott kan bero på dåligt utnyttjande av stallgödsel och då kan balansen bli ett bra redskap för att se över om man t ex kan minska inköpen av gödsel, för att öka kväveutnyttjandet för att minska läckagerisken. Växtnäringsbalansen är en indirekt metod för att bedöma läckagerisken, men det finns inga generella samband mellan överskott och utlakning, eftersom utlakningen också i stor utsträckning påverkas av andra odlingsfaktorer.

Att mäta mängden mineralkväve i marken på senhösten är en metod som ofta används i fältförsöken för att bedöma hur olika åtgärder påverkar risken för utlakning. Det är ett sätt att jämföra behandlingar, men är inte en metod för att kvantifiera läckaget eftersom både jordart och nederbördsförhållanden starkt påverkar hur stor andel av kvävet som utlakas till dräneringsledningarna eller grundvatten och hur mycket som blir kvar i marken eller denitrifieras.

I de nationella belastningsberäkningarna beräknas läckaget av kväve och fosfor från olika grödor och jordar i Sverige ²¹. De kan ge ett mått på den generella läckagerisken från olika typer av odling i olika regioner. Dock ger de inget säkert värde för läckaget på en enskild gård, eftersom de bygger på statistik i större skala. I beräkningarna (NLeCCS-systemet) indelas Sverige i 22 läckageregioner, vilka karakteriseras av olika klimat, produktionsinriktning, gödslings- och produktionsnivåer. För varje region har sk normalläckage beräknats för ett antal olika kombinationer av grödor (12 st), jordarter (10 st), gödslingsformer (2 st), lutningar (3 st) och markfosforklasser (3 st). Normalläckagen representerar läckaget för ett år med normaliserat klimat och motsvarande normaliserad skörd och har utförts med 20-åriga tidsperioder av väderdata i kombination med statistik om bl a normskördar, gödning, grödarealer och andel handels- och stallgödslad areal. Nationella beräkningar har utförts vid sju tillfällen under perioden 1985-2013, och innehåller förutom belastningsdata också information om hur jordbruksåtgärder förändrats, samt tolkningar av vad som orsakat effekter.

Utlakningsmodulen i Jordbruksverkets rådgivningsprogram VERA ²² är ett verktyg som används för att planera åtgärder för minskat läckage i odlingen. Det bygger på läckagekoefficienterna i de nationella belastningsberäkningarna (se ovan), men med odlingsåtgärderna gödning och jordbearbetning samt olika grödrelaterade faktorer i fokus. Genom enkla empiriska samband och antaganden har en utlakningsberäkning tagits fram för att kunna åskådliggöra just odlingsfaktorernas inverkan och jämföra deras betydelse (exempel i Figur 14). Grundtanken för detta rådgivningsverktyg är att det är viktigt att förstå vad som ger upphov till en stor utlakning för att kunna åtgärda den. Som alla enklare och pedagogiska modeller har VERA-modellen sina begränsningar, där vetenskapligt underlag ibland fått ge vika för att kunna beskriva en helhet. VERA-modellen är därför ett verktyg för att använda för att vidta rätt åtgärder på gården, men inte för att kvantifiera läckaget från en gård. Modellen arbetar visserligen med siffrvärden, men de är osäkra.

²¹ Johnsson et al. 2008. Läckage av näringsämnen från svensk åkermark. NV rapport 5823.

²² Aronsson och Torstensson. 2004. Beräkning av olika odlingsåtgärders inverkan på kväveutlakningen. Ekohydrologi 78, SLU, Uppsala.

Slutsatser

Fokusera på riskfaktorerna när det gäller att identifiera om det finns platser i jordbrukslandskapet som både är känsliga för påverkan på grundvattnet och där odlingssystemet i sig utgör en risk. Det kan vara ett mer effektivt sätt än att göra en heltäckande bedömning av alla faktorer i hela landskapet. Åtgärder kan därefter lokaliseras till dessa identifierade platser och mer generella restriktioner för jordbruket kan undvikas. Om man har funnit att riskerna för påverkan är små, är det också ett resultat som är värt att lyfta fram.

Om risken för påverkan är stor eller liten kan sammanfattas enligt nedan.

Stor risk för påverkan på grundvattenmagasin

- Inströmningsområde till grundvattenmagasin
- Genomsläppliga jordlager som sand och grus
- Åkermark med fri dränering, d v s utan dikningssystem
- Intensiva odlingssystem där grödor med stort kväveläckage kan ingå
- Stallgödsel används i stor omfattning

Liten risk för påverkan på grundvattenmagasin

- Utströmningsområde för grundvatten
- Lerjord eller lerjordskikt
- Åkermark med väl fungerande dikningssystem
- Odlingssystem med stor andel grödor med litet kväveläckage, ex vall
- Stallgödsel används sällan

Jordbruk och läckage av nitrat till grundvatten

Naturliga processer, odlingssystem och risk för påverkan

För att säkra tillgången på grundvatten av god kvalitet behövs kännedom om risker för negativ påverkan och hur dessa kan förhindras eller mildras. Läckage av kväve från jordbruksmark är en av dessa riskfaktorer.

Kvävets kretslopp är emellertid komplicerat och för att det ska vara möjligt att göra en riskbedömning på gårdsnivå så krävs en god grundförståelse för hur detta samspelar med naturgivna och odlingstekniska faktorer på den aktuella platsen.

Denna rapport är skriven av forskare vid Institutionen för mark och miljö vid SLU på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten och syftar till att stärka kommunernas förmåga att göra riskbedömningar på gårdsnivå avseende risken att kväve utlakas i form av nitrat till grundvatten. Rapporten är tänkt att komplettera Havs- och vattenmyndigheten och Jordbruksverkets gemensamma vägledning 2019:26, *Hantering av gödsel inom vattenskyddsområde för grundvattentäkt* som ger närmare vägledning kring tolkning och tillämpning av regler på området och hur utformning av villkor i tillstånd kan utformas där det krävs särskilda prövningar enligt vattenskyddsföreskrifter

Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:25
ISBN 978-91-88727-58-9

Havs- och vattenmyndigheten
Postadress: Box 11 930, 404 39 Göteborg
Besök: Gullbergstrandgatan 15, 40439 Göteborg

www.havochvatten.se

**Havs
och Vatten
myndigheten**
