

Samråd Västerås –  
information från lantbrukare  
som bas för modellering av  
åtgärdseffekter

Slutrapport för projektet -  
Utveckling av metodik och struktur  
för vattendirektivets samrådsprocess  
– pilotfall Sagån och Svartån

Peter Wallenberg    Sam Ekstrand  
B1763  
November 2007

Rapporten godkänd  
2007-11-14



Lars-Gunnar Lindfors  
Forskningsdirektör

<b>Organisation</b> IVL Svenska Miljöinstitutet AB	<b>Rapportsammanfattning</b>
<b>Adress</b> Box 21060 100 31 Stockholm	<b>Projekttitel</b> Samråd Västerås  <b>Anslagsgivare för projektet</b> Västerås Stad, Naturvårdsverket
<b>Telefonnr</b> 08-598 563 00	
<b>Rapportförfattare</b> Peter Wallenberg, Sam Ekstrand	
<b>Rapporttitel och undertitel</b> Samråd Västerås –information från lantbrukare som bas för modellering av åtgärdseffekter. Slutrapport för projektet - Utveckling av metodik och struktur för vattendirektivets samrådsprocess – pilotfall Sagån och Svartån	
<b>Sammanfattning</b> Projektet Samråd Västerås- Information från lantbrukare som bas för modellering av åtgärdseffekter har bedrivits av IVL under 2006-2007. Syftet har varit att mot bakgrund av tidigare studier i Sagån, undersöka betydelsen och behovet av lokalt baserad kunskap och information från lantbrukare för att modellera vattenkvalitet. En målsättning med projektet har varit att undersöka om detaljerad information från lantbrukarna behövs för att kunna ta fram åtgärdsprogram för kväve och fosforläckage. Studien genomfördes med hjälp av intervjuer av ett antal lantbrukare för att erhålla lokal information om skötselmetoder och markegenskaper i området. Den amerikanska avrinningsområdes modellen SWAT (Soil and Water Assessment Tool) användes i projektet för att få en bra jämförelse med tidigare projektresultat. Modellen erbjuder bra möjligheter att på detaljerad nivå beskriva olika jordbruksåtgärder. Studien visar tydligt på att modellresultaten kan förbättras med hjälp av lokal information från lantbrukare och att den informationen är nödvändig för att modellberäkningar ska kunna ge en så bra beskrivning av verkligheten som möjligt.	
<b>Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren</b> Avrinningsområden, Sagån, Fosfor, Kväve, GIS-system, SWAT, Samråd	
<b>Bibliografiska uppgifter</b> IVL Rapport B1763	
<b>Rapporten beställs via</b> Hemsida: <a href="http://www.ivl.se">www.ivl.se</a> , e-post: <a href="mailto:publicationservice@ivl.se">publicationservice@ivl.se</a> , fax 08-598 563 90, eller via IVL, Box 21060, 100 31 Stockholm	

## Sammanfattning

Den ursprungliga målsättningen i föreliggande projekt var att ta fram underlag för en samrådsprocess i form av vetenskapligt baserad modellering av tillstånd och åtgärdseffekter för Västerås delar av Svartån och Sagån. Med detta som bas skulle samrådsprocessen genomföras, i syfte att identifiera ett åtgärdsprogram som var acceptabelt för alla parter. Svårigheter med att engagera lantbrukarna i en sådan process, liksom en rådande tveksamhet till om modellnoggrannheten tillät åtgärdsanalyser om inte lokal information från fastighetsägarna beaktades, gjorde dock att målsättningen skrevs om.

IVL Svenska Miljöinstitutet har därför med Lillån som pilotområde undersökt vilken effekt en insamling av lokalt baserad information har för modelleringsresultat av växtnäring förluster, för att därmed kunna avgöra vikten av att ha tillgång till lokalt baserad information. Dessutom har med dessa resultat som grund effekterna av ett antal utvalda åtgärder utvärderats.

Inom EU-projektet TWINBAS kompletterat med modellarbete i inledningen av detta projekt har IVL undersökt Sagåns avrinningsområde, i syfte att bland annat uppskatta källfördelningen av växtnäringläckage till Mälaren och storleken på läckaget från olika typer av markanvändning och jordart. I anslutning till Frögärdesbäcken har det fram till år 2001 funnits en mätstation för vattenflöde och vattenkemiska provtagningar för fosfor och kväve har utförts med korta tidsintervall. Stationen har använts som kalibreringspunkt vid tidigare modelleringar inom TWINBAS och har ett begränsat avrinningsområde, vilken gör det lätt att skapa ändringar i modelluppsättningen och anpassa en modell till ny information. Vid modellering av vattenflöde och växtnäringflöde är det av stor vikt att ha bra kalibreringsdata. Stationen vid Frögärdet har som regel en provtagning av kväve och fosfor varje vecka, vilket är att anse som tidsmässigt täta provtagningar i jämförelse med många andra punkter, t.ex. Målhammar där mätningar har skett månadsvis.

Insamlandet av lokalt baserad information angående bland annat jordbruksmarkens skötsel, gödslingsgivor, skördar, jordarnas näringsinnehåll och dränering har skett via individuella intervjuer med markägare i området kring Lillån och i närliggande områden. Fokus har lagts på parametrar som berör jordarter, markfysik, markkemi, jordbearbetning, växtnäringsgivor, odlings- och skördedatum och skördemängder. För att skapa en så representativ bild som möjligt har lantbrukare med olika driftinriktningar intervjuats. Intervjuerna har lett till att mycket av den tidigare informationen från litteratur och SCB har uppdaterats. Den insamlade information har lett till nya förbättrade modelleringsresultat vad gäller fosfor och kväveförluster från åkermark. Modellöverensstämmelserna med tidigare uppmätta värden är högre sedan den lokalt baserade informationen har tagits i beaktande. Även läckagekoefficienterna från modellberäkningarna såväl som de absoluta mängderna för både fosfor och kväve har minskat på grund av den nya lokalt insamlade informationen. Slutsatsen blir att det kan vara av stor vikt att samla in lokalt baserad information från markägare innan diskussioner kring åtgärder inleds. Allmänt tillgänglig GIS-information, regional statistik om t.ex. skörd och gödsling, samt från litteraturen insamlad information kan leda till en överskattning av läckaget, och till felaktiga källfördelningar och åtgärder. Baserat på lokala skötselmetoder och redan införda åtgärder har nya relevanta åtgärder identifierats och utvärderats med avseende på effekt. Våtmarker och ett ökat användande av skyddszoner har visat sig ha en stor effekt och en god potential för att minska belastningen på vattendrag. Även en övergång från spannmålsproduktion till exempelvis vallodling eller energiskog har en avsevärd effekt på läckaget av näringsämnen. Det kan dock vara svårt att få avkastning för dessa alternativ

## Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	1
1 Introduktion.....	3
1.1 Vattendirektivet.....	3
1.2 TWINBAS.....	3
2 Beskrivning av Sagåns avrinningsområde.....	5
2.1 Områdesbeskrivning av Lillån, Frögärdet.....	6
3 Modellbeskrivning.....	7
4 Indata.....	8
4.1 Tidigare använda indata.....	8
4.1.1 Geografiska data.....	8
4.1.2 Jordart, Markanvändning och Skötsel.....	8
4.1.3 Växtnäringsstatus i jordar.....	8
4.1.4 Mätdata.....	9
4.2 Intervjuinsamlade data.....	10
4.2.1 Driftinriktning.....	10
4.2.2 Dränering.....	10
4.2.3 Jordarter och deras egenskaper.....	10
4.2.4 Jordbearbetning.....	10
4.2.5 Odlingsdatum.....	11
4.2.6 Växtnäringsgivor.....	11
4.3 Modellresultat.....	11
4.3.1 Vattenflöde.....	11
4.4 Fosfor och kväve.....	13
5 Åtgärder.....	15
5.1 Modellerade åtgärder.....	15
5.2 Miljömål.....	20
6 Slutsatser.....	20
7 Referenser.....	21
Appendix.....	22

## 1 Introduktion

De mätningar som bedrivits i Svartån och Sagån har visat att åarna har en starkt övergödande påverkan på de närliggande delarna av Mälaren med sina höga transporter av kväve och fosfor. En stor del av källorna finns inom Västerås Stads delar av avrinningsområdena beroende på en stor jordbruksandel och rörande Svartån en betydande urban belastning. Västerås delar av avrinningsområdena ligger också närmast Mälaren och därför fastläggs endast en liten del av det kväve- och fosfor som har sina källor inom kommunen innan det når åarnas utlopp i Mälaren.

Västerås Stad hade redan innan föreliggande projekt tillsammans med Naturvårdsverket och Mälarens Vattenvårdsförbund finansierat ett omfattande arbete med modellering av kväve- och fosfortransport, med bas i mätdata. Detta ledde till att källorna till läckaget av kväve och fosfor var kända, och till god kunskap om vilka geografiska områden som har störst påverkan på vattendragen och Mälaren. En inledande analys av de kemiska effekterna av några åtgärdsexempel har utförts, och den naturliga fortsättningen låg i att göra en noggrann analys av lämpliga åtgärder vad gäller kostnadseffektivitet och att därvid involvera de olika intressentgrupperna.

### 1.1 Vattendirektivet

Arbetet inom ramen för EU:s vattendirektiv kommer under de följande åren att bli intensivt, och kommunerna kommer enligt regeringspropositionen att få ett betydande ansvar för åtgärdsarbetet. Vattenmyndigheten för Norra Östersjöns distrikt genomför för närvarande en klassning av vattenförekomsterna i distriktet enligt ekologisk status. Under 2008 ska ett åtgärdsprogram tas fram för vattenförekomster som löper risk att inte ha god status år 2015. Därvid är samrådsprocessen med intressentgrupperna en del av arbetet, och en del som understryks som mycket viktig i direktivet. Eftersom intressenterna kommer att vara med och betala för åtgärderna bör de engageras tidigt i processen.

### 1.2 TWINBAS

Med de projekt som genomförts ligger Västerås Stad långt framme i arbetet med vattenmiljön. Den informationsbas som finns tillgänglig för Svartån och Sagån är den mest avancerade i Mälardalen. Därför föreslog IVL redan 2003 att Svartån-Sagån används som pilotområde för TWINBAS (Twinning European and third countries river basins for development of methods for integrated water resources management methods), ett EU-projekt koordinerat av IVL med samarbetspartner från ytterligare två europeiska och tre utom-europeiska länder. Projektet har haft en budget på ca 20 miljoner kr varav 6 miljoner går till IVL. Av dessa har ca 4 miljoner använts för Mälarens avrinningsområde. Projektet avslutas under våren 2007 och har lett till att Västeråsprojektet har kompletterats med en betydande insats vad gäller datainsamling, modellering och åtgärdsanalyser.

TWINBAS målsättning har varit att fylla kunskapsluckor i s.k. integrerad vattenförvaltning genom att tvätta fem avrinningsområden och expertis kopplad till dessa områden - Mälaren, Thames, Okavango i Botswana, Bío Bío i Chile och Nura i Kazakstan. Därvid skulle kapacitet att genomföra IWRM (integrerad vattenresursförvaltning) utgående från EU:s ramdirektiv för vatten byggas upp för de fem avrinningsområdena.

Den ursprungliga målsättningen i föreliggande projekt var att ta fram underlag för en samrådsprocess i form av vetenskapligt baserad modellering av tillstånd och åtgärdseffekter för Västerås delar av Svartån och Sagån. Med detta som bas skulle samrådsprocessen genomföras, i syfte att identifiera ett åtgärdsprogram som var acceptabelt för alla parter. I en serie möten under 2005 med kommunen, Länsstyrelsen och Vattenmyndigheten, där vid två tillfällen även en regional och en lokal LRF-representant deltog, diskuterades modellresultaten samt upplägget för hur lantbrukarna skulle kunna engageras i en samrådsprocess. Det beslöts att i Länsstyrelsens regi till den 22 mars 2006 inbjuda ca 300 lantbrukare för ett kvällsmöte på Brunnby där information om årnas tillstånd skulle presenteras av IVL, och en diskussion om åtgärder initieras. Förhoppning var att kunna bilda en arbetsgrupp som skulle träffas återkommande för att diskutera de analyser av olika åtgärders kostnadseffektivitet som IVL hade att utföra. Till mötet kom dock endast en handfull lantbrukare, bland annat på grund av att mötet visade sig ligga samtidigt med ett annat lantbrukarsmöte.

Vid möte med länsstyrelsen och kommunen konstaterades att den ursprungliga planen att bilda en arbetsgrupp och med den och ett mindre antal stormöten genomföra en samrådsprocess, inte var framkomlig. Samtidigt fördes det fram att man först borde utvärdera om det inte är nödvändigt att inhämta information från lantbruksfastigheter om skötsel, markkaraktär, gödsling, skörd etc., för att kunna modellera fosfor- och kväveläckage så noggrant att åtgärdsalternativ kan utvärderas. Mötet tog fasta på detta och man kom överens om att IVL skulle genomföra en studie i Lillån, där information från lantbrukarna skulle samlas och användas i modelleringen. Ett sådant arbete har genomförts och redovisas här.

IVL har alltså undersökt de delar av Sagåns avrinningsområde som avvattnar Frögärdesbäcken och större delen av Lillån vad gäller näringsförluster. Syftet var främst att undersöka vilken effekt en insamling av lokalt baserad information har för modelleringsresultat av växtnäringsförluster, för att därmed kunna avgöra vikten av att ha tillgång till lokalt baserad information. Den informationen kan vara en nödvändig del vid senare åtgärdsdiskussioner med sakägare. Den beräkningsmodell som har använts är den öppna amerikanska modellen Soil and Water Assessment Tool (SWAT).

Ett av huvudsyftena med projektet var att undersöka effekterna av detaljerad och lokalt baserad data på modellresultaten jämfört med det modellunderlag som togs fram inom EU-projektet TWINBAS och i inledningen av detta projekt. Lillåstudien har varit baserat på en nära kontakt med sakägare i närområdet. Denna kontakt har etablerats genom intervjuer med ett urval av sakägare i Lillåns avrinningsområde. Val av lantbrukare har bland annat skett med hjälp från Länsstyrelsen i Västmanland och även med hjälp av rekommendationer från de lantbrukare som har intervjuats. De intervjuade lantbrukarna utgör tillsammans en grupp som på ett bra sätt representera lantbruket i området, i form av driftinriktning, storlek och geografisk spridning. Totalt har ett tiotal lantbrukare intervjuats, antalet gårdar som representerats av dessa är dock något större på grund av olika arrendavtal och skötselavtal.

Projektet har genomförts i följande steg:

- 1 Databasinsamling
- 2 Bearbearbetning och inmatning av data i SWAT modellen
- 3 Modellering
- 4 Jämförelse med tidigare modellering
- 5 Åtgärdsscenarioer
- 6 Rapportskrivning

## 2 Beskrivning av Sagåns avrinningsområde

Sagåns avrinningsområde är 857 km<sup>2</sup> stort och sträcker sig över två län (Västmanland och Uppsala) och fyra kommuner (Enköping, Heby, Sala och Västerås). Området är fattigt på sjöar och de sjöar som finns i området är placerade i de nordvästra delarna (fig.1). Avsaknaden av stora sjöar gör att det inte finns några fördröjande hinder i vägen för vattnets flöde, och Sagån fungerar till viss del som ett dike med en snabb transport av näringsämnen till Mälaren. Markanvändningen domineras av skog (47 %) och jordbruksmark (44 %), se fig. 2 och 3. De dominerande jordarterna är lera och morän.

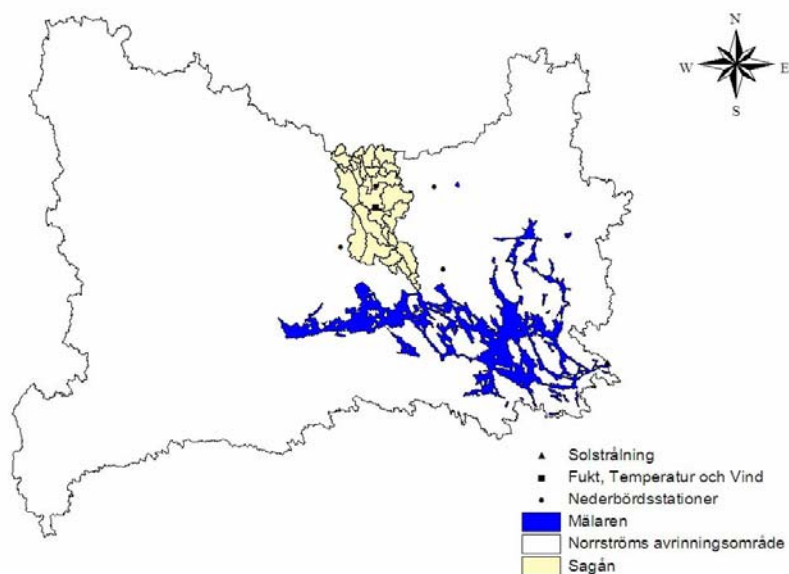


Fig. 1. Karta över Sagåns placering inom Norrströms avrinningsområde.

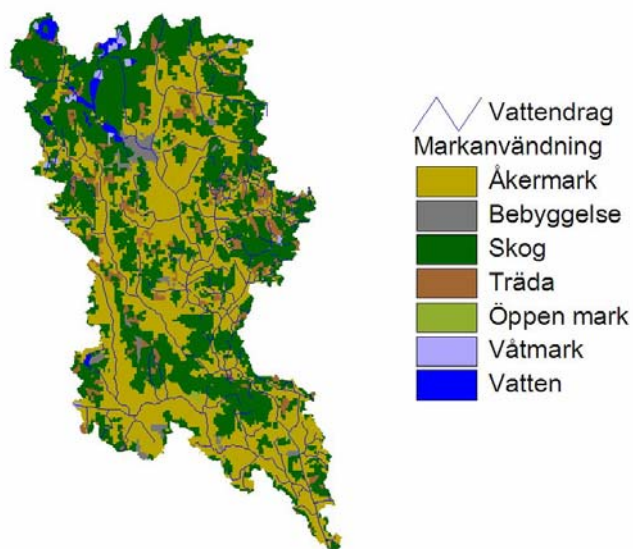


Fig. 2. Sagåns markanvändning.

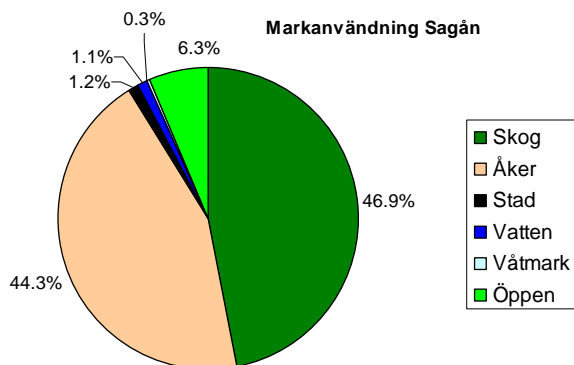


Fig. 3. Fördelning av markanvändningen för Sagåns avrinningsområde

## 2.1 Områdesbeskrivning av Lillån, Frögärdet

Inom projekt samråd Västerås har fokus legat på området kring Frögärdesbäcken samt ovanliggande område inkluderande Lillån och Hovgårdsbäcken (området ovan Gränvad) se Fig. 4. För dessa områden är markfördelningen enligt Fig. 5.

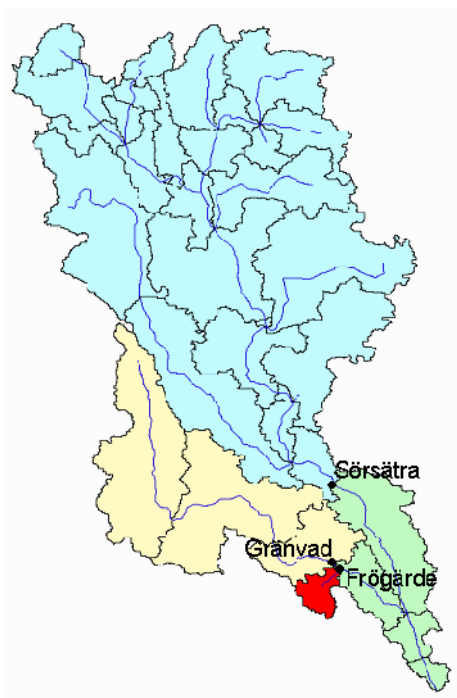


Fig. 4. Karta över de tre stationerna som har använts för kalibrering av modellens vattenbalans.



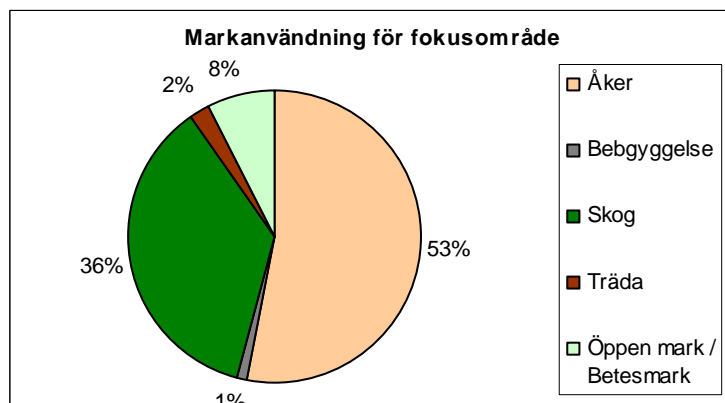


Fig. 5. Markanvändning för områdena som projekt Samråd Västerås fokuserar på.

Jordbrukets driftinriktning har stora inslag av djurproduktion och då främst grisproduktion. De stora skillnaderna mellan ett lantbruksföretag inriktat på spannmålsproduktion och ett lantbruksföretag inriktat på djurproduktion som har betydelse för växtnäringläckage är de aspekter som är kopplade till växtnäringstillförseln, till exempel gödselmängden samt gödslingsdatum. Mellan företagen inom respektive inriktning är skillnaderna inte av betydande storlek för dem som har ingått i intervjuunderlaget. För att få en bra representation av området valdes markägare ut som gav både en geografisk spridning och samtidigt representerade olika driftinriktningar.

### 3 Modellbeskrivning

Den modell som har använts i projekt samråd Västerås är en amerikansk modell utvecklad främst för forskare. IVL har tidigare använt modellen SWAT (Soil and Water Assessment Tool, Neitsch et al., 2000) inom EU-projektet TWINBAS, där fokus dels låg på att ta fram källfördelningsresultat för Norrströms avrinningsområde, dels på att förbättra modellering och dataunderlag för implementeringen av Vattendirektivet. SWAT har använts inom många områden världen över och i Europa har den bland annat prövats inom EU-projektet EUROHARP. Modellen tar ett helhetsbegrepp kring vattendynamik och växtnäring. Modellbeskrivningen av åtgärder inom jordbruket ligger på en hög nivå och den täcker väl de processer och utbyten som sker mellan marken, växten och vattnets kretslopp.

SWAT är en komplex konceptuell modell med spatiell distribuering som är kontinuerlig och kan hantera långa tidsserier. Modellen arbetar med dagliga tidssteg och är designad för att förutsäga effekten för vattendrag, sedimentering och skördemängder samt växtnäringsförluster vid olika skötselscenarier. SWAT är fysikaliskt baserad och kan inkludera väldigt många olika markfysikaliska och kemiska processer. Huvudkomponenter som behandlas i modellen är: klimatfaktorer, hydrologi, jordegenskaper, biomassa tillväxt, växtnäring, bekämpningsmedel och markskötsel. SWAT kan appliceras på avrinningsområden som är upp till flera tusen kvadratkilometer stora. Avrinningsområdet är uppdelat i delavrinningsområden, vilka i sin tur är uppdelade i HRU:er (Hydrological Response Unit). En HRU består av en unik kombination av markanvändning och jordart. Inom ett delavrinningsområde är dock inte en HRU geografiskt representerad utan den representerar all procentuell mark inom delavrinningsområdet med den specifika kombination och beräknas virtuellt utan den rumsliga representationen. Vattenbalansen inom varje HRU är representerad av fyra olika volymer: Snö, jordprofilen (0-2 m), grund akvifer (2-20 m) och djup

akvifär (>20 m). Flödes-, sediment-, växtnärings och bekämpningsmedelsberäkningar summeras för varje HRU och transporteras sedan via vattendrag, sjöar och våtmarker till avrinningsområdets utlopp. Hydrologin i modellen baseras på vattenbalansen och behandlar ytvattenavrinning, nederbörd, evapotranspiration, infiltration och lateralt flöde.

## 4 Indata

### 4.1 Tidigare använda indata

Inom EU projektet TWINBAS har IVL satt upp en modell för Norrströms avrinningsområde där Sagån ingår. Generellt är det Lantmäteriet som äger geografiska data som behövs för att sätta upp en flödes- och växtnäringsmodellering, men i vissa fall kan det vara andra myndigheter som är dataägare, se Appendix 1.

#### 4.1.1 Geografiska data

SMHI har skapat en digital karta för alla vattendrag med en skala på 1:250 000 och den innehåller alla vattendrag med en längd längre än 15 km. Upplösningen bedömdes vara tillräcklig för den storlek som delavrinningsområdena har i SWAT modellen. Den digitala höjdmodellen för Sagån har en upplösning på 50 x 50 meter. Höjdmodellen har en maximal avvikelse på 4 meter vilket innebär att man inte kan använda den direkt utan förberedning. Höjdmodellen modifierades genom att vattendragen brändes in, och användes senare för indelning av delavrinningsområden. Indelningen av delavrinningsområden jämfördes och anpassades senare mot de befintliga områdena som SMHI har tagit fram.

#### 4.1.2 Jordart, Markanvändning och Skötsel

För växtnäringsmodelleringar är det viktigt att beskrivningen av markanvändningen är så korrekt som möjligt och därför användes en kombination av olika datalager. Det europeiska datalagret Corine från EEA (European Environment Agency) valdes på grund av att det innehåller detaljerad och uppdaterad information (2000) för perioden som modellerades inom TWINBAS (1999-2001). För att på bästa sätt beskriva jordbruksmark och dess användande kombinerades datalagret från Corine med det Svenska IAKS (Integrerat Administrativt Kontroll System) från Jordbruksverket.

Data för att beskriva olika grödor och skötselåtgärder samlades in från olika källor såsom SCB, Jordbruksverket och litteratur inom området (Blombäck, 1998, Alavi 1999, Johnsson och Mårtensson, 2002). Näringsinnehållet i de olika grödorna ändrades till svenska förhållanden, där SCB och Jordbruksverket var huvudkällorna.

Den integrerade modelldatabasen för jordars egenskaper korrigerades för svenska förhållanden med hjälp av interpolering av jordartsprover insamlade av Jordbruksverket.

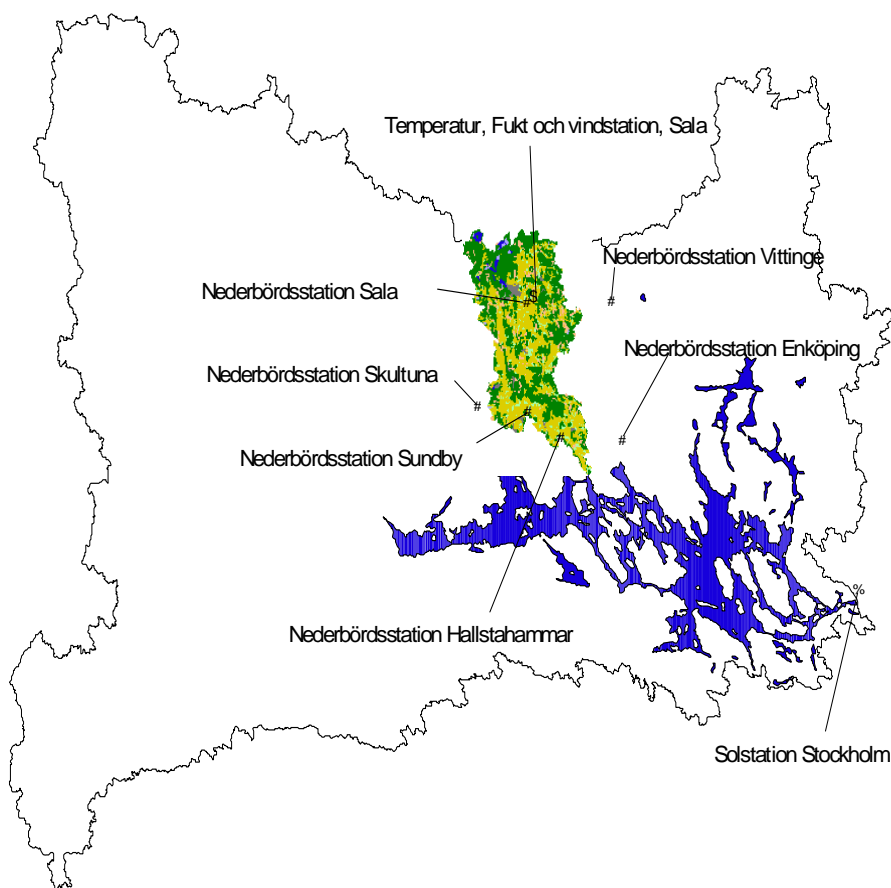
#### 4.1.3 Växtnäringsstatus i jordar

Vid modellering av växtnäringsämnen är det extra viktigt att beskrivningen av jordarnas näringsinnehåll är känt. På uppdrag av Naturvårdsverket gjordes det 1997 en undersökning av de

svenska jordbruksjordarnas status (Eriksson et al., 1997). Mellan de olika insamlingspunkterna gjordes en interpolering för fosfor- och kvävevärdena. Ett medelvärde beräknades sedan per delavrinningsområde och markanvändning, dessa värden användes senare som ett invärde för åkerjordarnas översta lager. Då det inte fanns några mätvärden för skog antogs de lägsta värdena vara gällande för skogsmarken.

#### 4.1.4 Mätdata

De mätdata som har använts för att kalibrera modellen kommer ifrån de olika mät- och inventeringsprogram som finns i området. För de olika klimatvariablerna har SMHI stått för datavärdskapet, och de variabler som tas i beaktande av modellen är: nederbörd, temperatur, solinstrålning, vindhastighet och relativ luftfuktighet. I samtliga fall rör det sig om dygnsvärden. Totalt finns 7 mätstationer i eller nära området, vilket får betecknas som bra. Även vattenflödesmätningar kommer från SMHI, samt från SLU. För lokalisering av mätstationer, se Fig. 6.



Figur 6. Karta över de meteorologiska stationer som har använts i SWAT modellen.

## 4.2 Intervjuinsamlade data

För att höja detaljnivån på indata till modellen genomfördes ett antal intervjuer med markägare i och omkring fokusområdet. För ett antal parametrar saknades detaljerad data i tidigare utförda modelleringar och om flera av dessa borde markägarna ha god kunskap. De områden där ökad kunskap ansågs behövas vara främst inom driftsriktning, dränering, jordarter och dess egenskaper, jordbearbetning, odlingsdatum och växtnäringsgivor.

### 4.2.1 Driftinriktning

Det är viktigt att inte betrakta jordbruket som en homogen näring när det rör förluster av växtnäring, utan att skilja på de olika driftsriktningarna. Växtnäringsförluster från jordbruksmark är beroende av en mängd olika variabler, till exempel markkemi, jordart, gröda, skötsel, växtföljd, gödslingsgivor och många fler. Det är svårt att ställa upp en lista på vilka variabler som är viktigast då det är kombinationen av dem som avgör hur stora de eventuella förlusterna blir. En viktig variabel är dock gödselsgivorna, och det kan förekomma stora skillnader mellan ett lantbruk med ren spannmålsproduktion och ett med djurproduktion angående dessa. Därför har det i samband med intervjuerna även lagts arbete på att ta fram skillnaderna mellan spannmålsinriktning och ren djurdrift. Inom de olika driftinriktningarna har skillnaderna dock varit relativt små.

### 4.2.2 Dränering

Undersökningar har visat att täckdikningar kan leda bort stora mängder av fosfor under vissa förutsättningar. Information om dränering finns inte lagrad på centralnivå utan den kunskapen finns endast hos den enskilda markägaren. Det har därför varit viktigt att fastställa bredden av dräneringar och på vilka djup samt hur gamla dessa har varit. Med hjälp av den nya informationen har modellens inställningar kunnat valideras.

### 4.2.3 Jordarter och deras egenskaper

Den information som har funnits om de olika jordarnas egenskaper har varit sparsam, och med vetskapen om att en jords egenskap kan variera väsentligt inom ett litet område har det varit viktigt att undersöka hur markägarna ser på sina jordar. De data som har funnits tillgängliga kring markernas växtnäringsstatus har även de varit knapphändiga och till viss del föråldrade. Många lantbrukare har idag nyare markkarteringar än de nationella provtagningar som finns tillgängliga, och med hjälp av dessa kan en bättre bild av markens växtnäringsinnehåll fås. Markkarteringens främsta värde för det här projektet är i första hand en bra uppskattning av markens fosforinnehåll. Den nya informationen har visat att framför allt fosforhalterna har varit för låga i några av områdena, men även vissa av kvävehalterna har justerats upp. Markägarna har ofta också en bra uppfattning om hur deras jordar skall kategoriseras med tanke på lerhalt och markens genomsläpplighet.

### 4.2.4 Jordbearbetning

Jordbearbetning påverkar bland annat markens yta och uppluckring och därmed ytavrinningen samt perkolationen. Det framkom under intervjuerna att situationen kring Lillån skiljde sig från tidigare

insamlad data, en skillnad är till exempel det stora användandet av kultivator gentemot plog. Andelen direktsådd efter kultivering var också betydligt högre än i tidigare modelleringar.

#### 4.2.5 Odlingsdatum

Vid all form av lantbruk är det viktigt att lyckas med sin planering i förhållande till väderleken i så hög grad som möjligt. För att modelleringen ska efterlikna verkligheten på ett bra sätt är det lika viktigt att de odlingsdatum som anges i modellen korrelerar till verkligheten. I en modell kan dock inte samma anpassning ske som i verkligheten på grund av den sämre geografiska spridningen av nederbörd, och av behovet att sätta ett och samma värde för ett större område av arbetstidsmässiga skäl. De odlingsdatum som sätts ska dock på ett bra sätt stämma med verkligheten och jämfört med tidigare information har datumen flyttats fram lite, d.v.s. flera åtgärder vidtas nu tidigare på året.

#### 4.2.6 Växtnäringsgivor

För att ge rätt förutsättningar för modellen att generera skörd och även kunna kalibrera in den mot uppmätta koncentrationer av fosfor och kväve i vattendragen är det viktigt att gödningsgivorna är korrekta. Intervjuresultaten har lett till att gödselgivorna har modifierats för att bättre kunna representera de lantbrukare som har en driftinriktning mot svinproduktion.

### 4.3 Modellresultat

#### 4.3.1 Vattenflöde

Modellen har satts upp för åren 1999-2000 som kalibreringsperiod och åren 2000-2001 som valideringsperiod. Perioden som har tagits i beaktande har varit det agrohydrologiska året från 1 juli till 30 juni. Anledningen till att det agrohydrologiska året har använts har dels varit för att ge modellen tid till att ställa in vissa parametrar, dels för att med det agrohydrologiska året innefattas både stora vattenepisoder samt viktiga jordbruksoperationer. Modellresultat brukar granskas med hjälp av olika statistiska metoder. Vi har valt att använda  $R^2$  och  $R_{eff}$ .  $R_{eff}$  är Nash & Sutcliffe's värde för modelleffektivitet,  $Q_{obs}$  är observerat flöde ( $m^3sec^{-1}$ ), och  $Q_{sim}$  är simulerat vattenflöde ( $m^3sec^{-1}$ ).  $R_{eff}$  är ett vedertaget mått för att visa hur bra ett simulerat värde klarar av att följa den uppmätta dynamiken i en mätserie, där värdet 1 är lika med en hundra procentig överensstämmelse. Värdet kan dock även sjunka under 0 och visa på minusvärden. Dagnssimuleringar med  $R_{eff}$  värden på över 0,5 anses vara acceptabla resultat (Shanti, C. et al., 2005.).

$$R_{eff} = 1 - \frac{\sum (Q_{obs} - Q_{sim})^2}{\sum (Q_{obs} - \overline{Q_{obs}})^2}$$

Ekvation 1. Nash & Sutcliffe's ekvation (Xu, 2002).

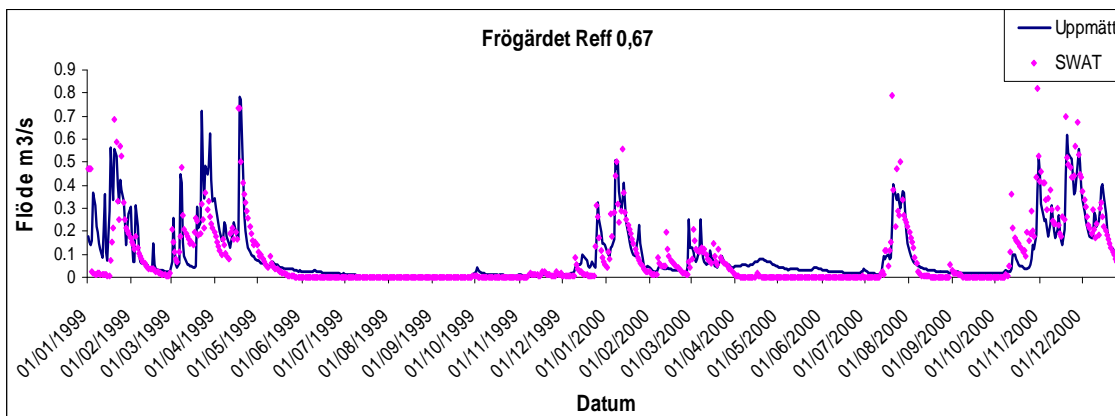


Fig. 7. Flödesbeskrivning för Frögärdesbäcken under kalibreringsperioden 1999-2000.

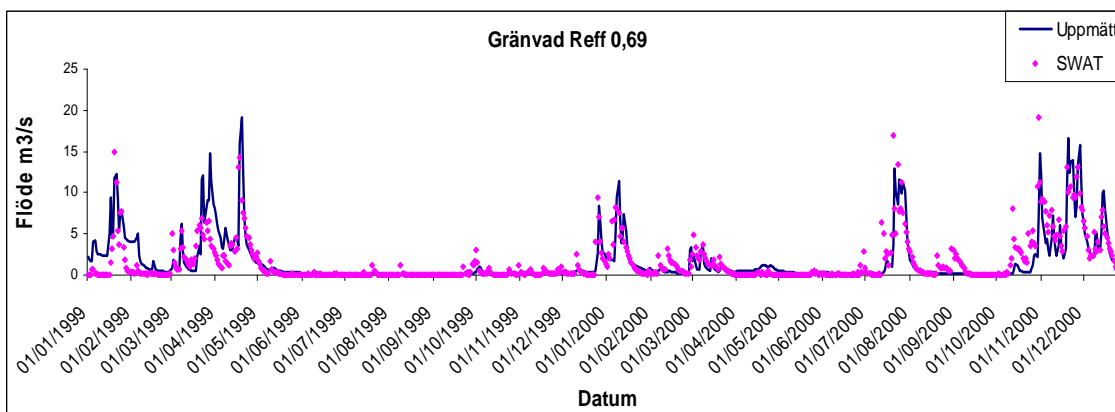


Fig. 8. Flödesbeskrivning för mätstationen vid Gränvad under Kalibreringsperioden 1999-2000.

Från figur 7 och 8 ovan går det att utläsa att modellen på ett tillfredställande sätt simulerar vattendynamiken i vattendragen. Under det agrohydrologiska året är överensstämmelsen god men det finns vissa små brister under snösmältningen. Förklaringen till det kan bestå av flera olika faktorer, en anledning kan vara den rumsliga beskrivningen av nederbörd och temperatur. En annan orsak kan vara bristfällig kunskap om jordarnas egenskaper och deras hydrauliska konduktivitet. Slutsatsen av de hydrologiska resultaten är dock att med hjälp av en god vattendynamik och vattenbalans har modellen goda förutsättningar att modellera växtnäring förluster.

Under valideringsperioden är överensstämmelsen mindre men fortfarande god, vilket är normalt. Se tabell 1.

Tabell 1. Statistiska variabler för Kalibrerings och valideringsperioden

	Kalibrering		Validering	
	R <sup>2</sup>	R <sub>eff</sub>	R <sup>2</sup>	R <sub>eff</sub>
Gränvad	0,6	0,69	0,58	0,69
Frögärdet	0,72	0,67	0,57	0,34

## 4.4 Fosfor och kväve

Modelleringar av växtnäringsämnen är ofta svårare att kalibrera än vattenflödesmodelleringar, dels på grund av större osäkerheter i indata, dels på grund av ett färre antal provtagningstillfällen. För Sagån har mätningarna vid Frögärdet spelat en viktig roll i kalibreringsarbetet då provtagningarna vid Frögärdet i snitt är tagna med en veckas mellanrum. Även om tätare eller allra helst flödesproportionella provtagningar är att föredra är det ändå en stor skillnad jämfört med hur det till exempel ser ut i Målhammar där provtagningar sker en gång per månad. I figurerna 9 och 10 redovisas SWAT-modellens simulerade värden för fosfor jämfört med de uppmätta värdena för kalibreringsperioden.

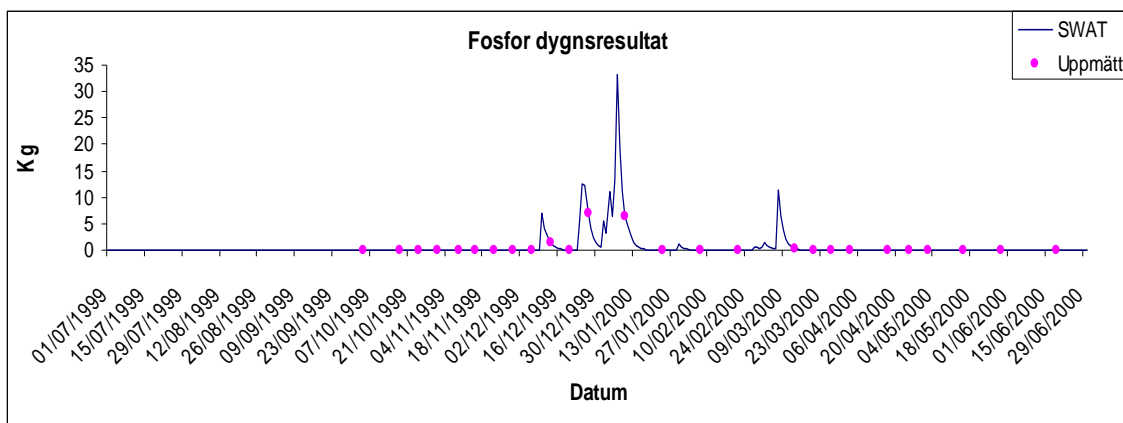


Fig.9. Dygnsjämförelse mellan uppmätta och modellerade fosforvärden för mätstationen vid Frögärdesbäcken.

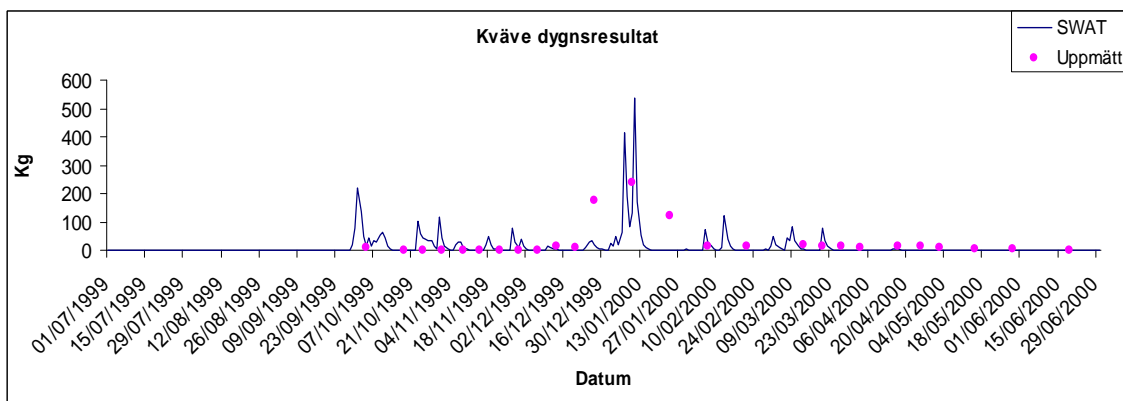


Fig. 10. Dygnsjämförelse mellan uppmätta och modellerade kvävevärden för mätstationen vid Frögärdesbäcken.

Figur 9 ovan visar att överensstämmelsen mellan uppmätta och modellerade fosforvärden är väldigt god och modellen uppvisar en mycket bra dynamisk överensstämmelse. Kväveresultaten är inte riktigt lika bra, modellen missar tydligt två tillfällen, och det går inte att avgöra om detta beror på en enskild händelse eller om det är modellberoende. Resultaten tydliggör behovet av täta mätningar där

flödesberoende mätningar är idealet. De visar även på behovet av mätningar, då en modell inte kan ge en bättre beskrivning än indata ger möjlighet till.

Efter anpassning av modellens indata i enlighet med informationen från intervjuerna, har modellresultaten förbättrats och ger en bättre överensstämmelse för både fosfor och kväve. Dynamiken är dock i huvudsak oförändrad, men de modellerade resultaten ligger nu ännu närmare de uppmätta värdena. De nya resultaten redovisas i fig. 11 och 12 nedan.

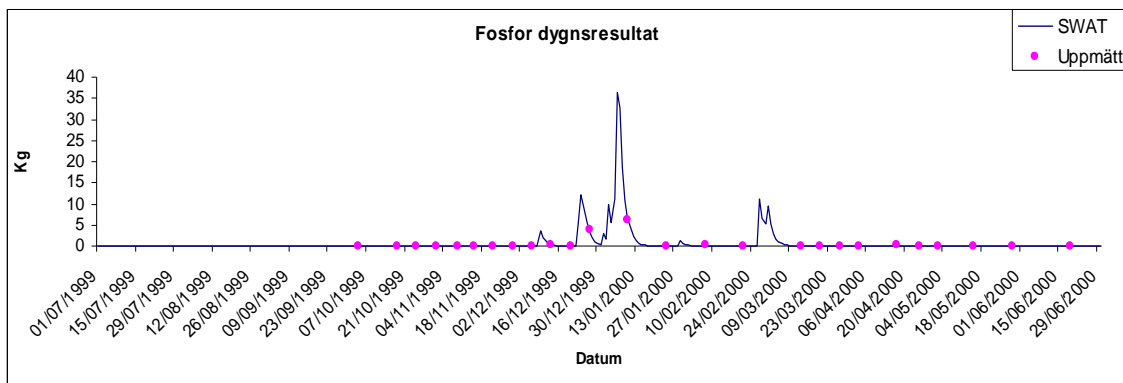


Fig.11 Dygnsjämförelse mellan uppmätta och modellerade fosforvärden för mätstationen vid Frögärdesbäcken för modifierade inputdata.

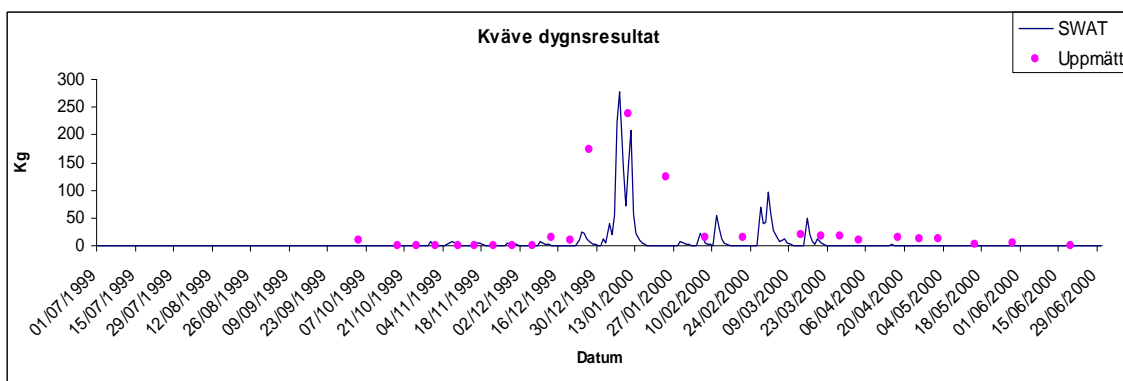


Fig.12 Dygnsjämförelse mellan uppmätta och modellerade kvävevärden för mätstationen vid Frögärdesbäcken för modifierade inputdata.

En viktig iakttagelse är ändringen på skalan för kväveresultaten; modellens högsta värde har efter anpassning till ny information sjunkit kraftigt. Flera av de kvävetoppar som tidigare fanns är nu inte längre kvar vilket kan bero på ändrade gödselgivor, gödselsammansättning gödseldatum och bearbetningsmetoder. Förändringarna visar vikten av att komplettera centrala data med lokalt inhämtad information. De två kvävetopparna kring slutet på december och början av januari som finns med i de uppmätta värdena motsvaras dock fortfarande inte av modellen. Det är svårt att avgöra varför, men eftersom den hydrologiska representationen av modellen, liksom dess fosforredovisning är mycket god, kan det tänkas att förklaringen ligger i information som inte är tillgänglig för modellen. För att undersöka detta krävs en mer noggrann undersökning och efterforskning i området. En möjlig orsak kan till exempel vara en läckande gödselbrunn, gödning



vid en olämplig tidpunkt eller liknande som inte finns med i modellens indata. I tabell 2 visas de statistiska variablerna för fosfor och kväve för kalibreringsperioden före och efter anpassning av lokalt baserad inputdata.

Tabell 2. Statistiska variabler för kalibreringsperioden före och efter anpassning till lokalt baserade uppgifter.

	Före		Efter	
	R <sup>2</sup>	R <sub>eff</sub>	R <sup>2</sup>	R <sub>eff</sub>
Fosfor	0,98	0,92	0,98	0,97
Kväve	0,50	0,20	0,57	0,36

Tabell 2 ovan visar att efter anpassning av lokalt baserade uppgifter är överensstämmelsen för både fosfor och kväve förbättrad. Den största förbättringen finns i modellens simulering av kväveförluster. Det beror dels på att det inom kvävesimuleringen fanns störst möjlighet till förbättring, dels att de anpassningar som gjordes främst avsåg gödselmängder, gödselsorter och datuminställningar för olika åtgärder, vilket ger en effekt både på fosfor och på kväve. Tabell 3 nedan visar skillnaderna i kväve- och fosformängder vid utloppet för Frögärdesbäckens avrinningsområde mellan det tidigare modellresultatet härrörande från projektet TWINBAS och det senare inom projekt samråd Västerås.

Tabell 3. Jämförelse mellan tidigare resultat för Projekt TWINBAS och projekt Samråd Västerås vad gäller kväve och fosformängder vid utloppet för Frögärdesbäckens avrinningsområde.

	Antal kilon i utloppet		Procentuell skillnad	
	Kväve	Fosfor		%
TWINBAS	3440	269	Kväve	38
Samråd Västerås	2126	242	Fosfor	10

Av tabell 3 framgår att de nya uppgifter som har inhämtats via intervjuer av lantbrukare i området har resulterat i lägre modellerade förluster från området. Störst är skillnaden för kväve, vilket förklaras med att det var där som den största förbättringen gjordes i modellens överensstämmelse med mätdata. Tillsammans utgör tabell 2 och tabell 3 tydliga exempel på att insamling av lokalt baserade uppgifter, i det här fallet, ger en bättre beskrivning av området i fråga. I tabell 4 redovisas även förändringarna i arealförluster för vårgroda och höstgröda.

## 5 Åtgärder

### 5.1 Modellerade åtgärder

Ett antal olika åtgärder har simulerats för att undersöka de olika effekterna av dessa. Det är viktigt att vara medveten om att trots att modellen har uppvisat en god överensstämmelse med uppmätta värden handlar det om modellerade effekter och resultatet är därför behäftade med osäkerheter. Det viktigaste resultatet av olika simuleringar är den storleksskillnad av växtnäring förluster som uppvisas mellan de olika åtgärderna. Genom att undersöka effekterna av olika åtgärder kan en diskussion om vilka åtgärder som bör sättas i fokus starta och även i vilken storleksgrad som åtgärderna bör implementeras. De olika åtgärderna som har undersökts redovisas nedan.

- **Fånggrödor/Vårbearbetning**

Med fånggröda menas växtlighet som har sin huvudsakliga tillväxt mellan två huvudgrödor och som odlas i syfte att minska växtnäringsförlusterna efter huvudgrödans skörd. Slätter-, frö eller betesvall eller bevuxen träda räknas inte som huvudgröda. Industri- och energigröda, utom vallgröda, som odlas på uttagen areal räknas som huvudgröda. De datum då fånggrödan får brytas varierar beroende på vilken gröda som odlas.

Tanken kring vårbearbetning är delvis densamma - genom att förbjuda bearbetning av marken under hösten kan växtnäringsläckaget minska.

- **Sänkning/optimering av gödselgivor**

En åtgärd som kan tyckas vara lätt att förutsäga effekten av är en sänkning av gödselgivorna. Effekten av en sänkning på 20 % av gödselgivorna är dock inte densamma som en sänkning av växtnäringsläckaget med 20 %. Växtnäringsläckaget är kopplat till flera olika faktorer varav gödselgivorna endast utgör en. Det finns dessutom vissa inneboende svårigheter med att sänka gödselgivorna då de ofta är optimerade för en viss skördenivå och det kan vara svårt att gå lägre än denna. Däremot kan det i vissa fall finnas möjlighet till en viss finjustering då en marginell övergödning kan förekomma för att inte riskera skördebortfall. Det förekommer även fall där det går att genomföra större förändringar i gödselgivorna.

- **Skyddszoner**

Användandet av skyddszoner är idag relativt utbrett och det har visat sig vara en positiv åtgärd som dessutom har nått stor acceptans. Effekten av skyddszoner varierar från fält till fält beroende på vilken form av förlust som är dominerande. Skyddszoner har störst effekt på fält där erosion är en stor faktor. Trots att skyddszoner används på många områden idag går det fortfarande att öka arealen och användandet av skyddszoner inom området.

- **Övergång från spannmålsodling till salixodling eller vall**

Att ta areal från spannmålsodling till en odlingsform som är mindre växtnäringskrävande såsom salix har en stor effekt på växtnäringsförluster från åkerareal. Det kräver dock att det finns en ökad efterfrågan av energiskog och att lönsamheten är den rätta. Det innebär också en skillnad för lantbrukaren då odling av energiskog innebär lejning av maskinkraft och en inkomst som inte blir lika kontinuerlig som en årlig gröda som spannmålsodling innebär. Ett alternativ till salixodling är vallodling, vilken inte kräver lika mycket av lantbrukaren vad gäller inhyring av externa resurser, då lantbrukaren oftast redan har den nödvändiga maskinparken. Vallodling ger även en årlig inkomst och är lätt att bryta upp, vilket innebär att lantbrukare inte behöver oroa sig för att binda upp mark under en lång tid. Även här krävs en säkerhet i form av avkastning för slutprodukten, vilket eventuellt kan vara något som staden kan erbjuda genom att köpa in vall för att skapa biogas.

- **Våtmark**

En våtmark placerad på rätt plats kan ha en stor effekt på vattenkvaliteten och utgör en åtgärd som riktar sig mer till att sänka förlusterna för ett större uppsamlingsområde än en lokal fältåtgärd. Det som är avgörande för hur bra effekt en våtmark får är utformningen och i vilken utsträckning flödestopparna klarar av att bromsas upp så att näringen i vattnet kan sedimenteras.

Nedan redovisas effekterna av olika modellerade åtgärder för Frögärdesbäckens avrinningsområde. Genom att jämföra arealförlusterna fås en god bild av effekterna. För åtgärder som våtmarker är det däremot mer lämpligt att titta på mängden kväve och fosfor som reduceras.

Tabell. 4. Effekttjämförelse mellan modellerade åtgärder i Frögärdesbäckens avrinningsområde.

Grödor	Arealförluster kg/ha				Skillnad	
	Före		Efter			
	Fosfor	Kväve	Fosfor	Kväve	Fosfor	Kväve
Vårgröda	0,70	9,1	0,63	5,0	-0,07	-4,1
Höstgröda	0,40	7,0	0,34	2,6	-0,06	-4,4
<b>Åtgärder</b>						
Ingen Höstbearbetning vårgröda	0,63	5,0	0,62	4,2	-0,01	-0,8
Fånggröda vårgröda	0,63	5,0	0,63	4,1	0,00	-0,9
Sänkning av gödselgivor höstvet* <sup>*</sup>	0,34	2,6	0,34	2,6	0,00	0,0
Skyddszon 1	0,63	5,0	0,17	3,6	-0,46	-1,4
Skyddszon 2	0,34	2,6	0,09	1,6	-0,25	-1,0
Skyddszon 3	0,63	5,0	0,09	2,9	-0,54	-2,1
Skyddszon 4	0,34	2,6	0,07	1,3	-0,27	-1,3
Omvandling av vårgröda - Salix	0,63	5,0	0,02	1,6	-0,61	-3,4
Blandad drift - Spannmålsdrift höstgröda	0,34	2,6	0,31	2,5	-0,03	-0,1
Blandad drift - Svindrift höstgröda	0,34	2,6	0,35	4,6	0,01	2,0

\* Ingen effekt har iakttagits under den modellerade perioden, åtgärden bör dock ha en effekt över en längre tidsperiod.

Sänkning av gödselgivor höstvet	10 % sänkning av kvävegivan och 15 % sänkning av fosforgivan
Skyddszon 1	10 meter på vårgröda
Skyddszon 2	10 meter på höstgröda
Skyddszon 3	20 meter på vårgröda
Skyddszon 4	20 meter på höstgröda

Det som tydligt går att utläsa av tabellen ovan är att skyddszoner utgör en viktig del av arbetet att minska växtnäring förlusterna, däremot är skillnaden mellan en skyddszon på 10 meter och 20 meter inte så stor. Undersökningar har visat att störst effekt ger skyddszoner när de har en bredd mellan 5-15 meter, bredare zon ger inte bättre effekt. Siffror i litteraturen visar på en väldig bredd på skyddszoners effektivitet, vilket hänger ihop med de lokala omständigheterna. Undersökningar har visat att retentionen för löst fosfor kan variera från -83 % (d.v.s. ökat läckage från skyddsazonen) till en retention på 95 % (Dorioz, J.M. et al., 2006.). Utöver skyddsazoner är en ändring av gröda från spannmålsodling till salix eller vallodling en åtgärd som har en stor effekt på växtnäringläckage. Ytterligare en åtgärd med tydlig effekt är en övergång från vårgrödor till höstgrödor. Tack vare höstgrödornas tidiga start på hösten bidrar de till ett mindre läckage av kväve och fosfor.

Det finns åtgärder vars värden inte redovisas i tabellen, dels eftersom de inte är lika lätta att jämföra vad gäller arealförluster, dels att de inte är modellerade värden utan värden hämtade från litteraturen. En sådan åtgärd är anläggning av våtmarker, där det är lättare att redovisa reduktionseffekten per delavrinningsområde i kg. För Frögärdesbäckens avrinningsområde har IVL modellerat effekten av våtmarker. Modellering av våtmarker är dock svår att genomföra då effekten beror mycket på hur väl utformad själva anläggningen är och vilken uppehållstid vattnet har, samt givetvis var anläggningen placeras. I modellen bestäms storleken på våtmarken och dess avrinningsområde och vilka markanvändningar som avvattnar våtmarken. Däremot bestäms inte den geografiska placeringen utan våtmarkens retention beräknas utifrån en virtuell markanvändningsarea. Modellresultaten kan ändå tillsammans med litteraturvärden ge en bra

uppfattning om effektiviteten hos en våtmark. För Frögärdesbäckens avrinningsområde har effekten av två olika våtmarksuppsättningar modellerats för att visa på den potentiella effekten, se tabell 5. Rekommenderad storlek på våtmarker är 0,1-1 procent av tillrinningsområdets area; i de två fallen nedan har storleken satts till 1 procent av tillrinningsområdets area.

Tabell 5. Retention för två olika våtmarksexempel.

Tillrinningsareal (ha)	Areal (ha)	Absolut Retention (Kg/ha)	
		kväve	Fosfor
92	1	256	29
230	2.3	277	32

Undersökningar av tre anlagda våtmarker inom Kävlingeå- och Höjeå-projekten visar på en stor variation för fosfor och kväveretentionen. För kväve varierade den absoluta avskiljningen mellan 370 och 2500 kg/ha/år, för fosfor var variationen mellan 17 och 49 kg/ha/år. Slutsatsen som drogs var att våtmarker bör placeras på platser där de tillförs så mycket näringsämnen som möjligt för att vara kostnadseffektiva (Ekologgruppen, 2003).

En åtgärd som inte har modellerats är kontrollerad dränering, vilket trots detta kan vara en lämplig åtgärd. Kontrollerad dränering syftar till att minska förlusterna av fosfor och kväve genom att förlänga vattnets uppehållstid i marken och därmed möjliggöra för ökat vatten och växtnäringsupptag. Åtgärden är vanligare i Finland och USA där flera försök har gjorts för att undersöka effekten. Undersökningar i USA visar att kväve och fosforförlusterna från åkermark minskade med 45 procent respektive 35 procent. Det totala utflödet från dräneringssystemet minskade med cirka 30 procent (Evans et al., 1989). Kontrollerad dränering har inte genomförts i större skala i Sverige men provundersökningar har gjorts med goda resultat. Metoden anses även vara kostnadseffektiv och är relativt lätt att implementera om omständigheterna är de rätta (Wesström, 2002).

En annan åtgärd som inte modellerats men som kan tänkas vara effektiv är dikesdammar. Syftet med dikesdammar är detsamma som med kontrollerad dränering. Vid dikesdammar bromsas vattnet dock först upp i diket. Genom att vattnet sedan hålls kvar under en tid ges fosfor en möjlighet att sedimentera. Dikesdammar kräver inte särskilt stora ingrepp och är relativt lätta att anlägga i befintliga diken. Det finns dock inte så många undersökningar som visar på vilken effekt dikesdammar har. För de två alternativen dikesdammar och kontrollerad dränering krävs noggranna fältundersökningar för att kunna avgöra i vilken utsträckning dessa åtgärder kan vara lämpliga.

Ytterligare åtgärder som initialt fanns med i de planerade modelleringarna och som är mer direkt kopplade till åtgärder inom markbearbetning och jordbruksskötsel men som sedan valdes att inte modelleras är:

1. Reducerad jordbearbetning är en åtgärd som är lämplig vid näringsförluster via ytavrinning, tanken är att förbättra infiltrationen och hindra vattnet från att snabbt rinna av åkermarken. Samma tanke finns bakom åtgärder såsom, vår- istället för höstbearbetning och bearbetning vinkelrätt mot lutningen, konturplöjning. Anledningen till att denna åtgärd valdes bort var att flertalet av de intervjuade lantbrukarna uppgav att de redan använde sig av reducerad jordbearbetning. Denna åtgärd är därför redan inlagd i den ordinarie jordbearbetningen. Det finns dock fortfarande möjlighet att modellera åtgärder i detta segment, till exempel en övergång från höst bearbetning till vårbearbetning. Den åtgärden ses dock på med viss skepsis av vissa lantbrukare, det finns en oro för ökade problem med ogräs och ökat behov av ogräsbekämpning. Angående bearbetning vinkelrätt mot lutningen

har inte upplösningen i modellen och höjddata varit tillräcklig för att säkert kunna avgöra var detta är mest lämpat. Detta är oftast en åtgärd som det bör beslutas om på fältnivå och ofta är det enbart på enstaka fält per gård som behovet finns.

2. Djupbearbetning i syftet att förstöra makroporer för att utnyttja alvens sorptionskapacitet är en åtgärd som går åt motsatt håll jämfört med reducerad jordbearbetning. I fallet med djupbearbetning ökar behovet av efterbehandling och många lantbrukare i området har investerat i en maskinpark vilken är optimerad för reducerad jordbearbetning. En övergång eller tillbaka gång till plöjning är därför svårt att genomföra. Lantbrukare med mycket lerhaltiga jordar har dock fortfarande kvar plogen som ett alternativ när detta behövs för att luckra upp marken. Plöjning är dock ett mer tidsödande alternativ och kostar även mer i bränsle kostnad på grund av fler moment krävs. Krävs ytterligare djupbearbetning av jorden än vad som sker från en plog krävs en annan form av maskinutrustning än vad lantbrukaren har tillgänglig, vilket innebär betydande kostnader.
3. Återfyllning av diken med kalkberikad jord är en åtgärd som syftar till att minska fosforförluster från makroporflöde. Det är en åtgärd som anses ha en stor effekt i samband med täckdikning, de första åren efter en täckdikning är förutsättningarna ofta sådana att fosforförluster kan gynnas. Andelen nyanlagda täckdikningar eller planerade täckdikningar är dock liten då det är kostsam investering och livslängden på befintliga täckdikningar anses väldigt lång, detta har gjort att åtgärden inte har modellerats eller tagits med i beräkningarna.
4. Åtgärder som syftar till att undvika markpackning är oftast något som lantbrukarna är väldigt medvetna om och behovet av att modellera eventuella åtgärder för att minska detta bedöms därför vara litet.

Utöver de rena brukningsåtgärderna på åkern finns det alternativ som bör tas i beaktande, ett sådant är spridningsmängderna av stallgödsel. I området kring Frögärdesbäcken och Lillån finns flera svinuppfödare av en större storlek. Dessa hanterar stora mängder stallgödsel och det är därför viktigt att hanteringen sker på ett så optimalt sätt som möjligt. Den kanske viktigaste faktorn på ett bra gödselutnyttjande är att rätt mängd appliceras, för att det ska kunna ske krävs det att lantbrukaren vet hur mycket fosfor och kväve gödsel innehåller. Genom att analysera gödsel fås ett säkert värde på näringsinnehållet, att enbart förlita sig på standardvärden är inte bra då eftersom stallgödselsammansättningen kan variera kraftigt med typ av foder och gödselns hanteringssystem. För vissa lantbrukare med djurproduktion kan det finnas en möjlighet att minska miljöpåverkan genom att minska mängden stallgödsel per hektar. Detta är givetvis beroende på antalet djur och spridningsarealen, men för vissa innebär antalet djur och stallgödsel att fosforgivan i samband med stallgödselspridning blir för hög. Detta går ibland att korrigera genom att delvis gödsla med kväve i form av handelsgödsel för att minska mängden stallgödsel per ytenhet. Men om inte markarealen räcker till för detta, blir resultatet ofta att en alltför stor mängd fosfor sprids på marken för att det ska vara miljömässigt optimalt. Här finns det en möjlighet att få igång ett samarbete mellan lantbrukare med djurproduktion och rena spannmålsodlare. Genom att utöka spridningsarealen till att innefatta areal från lantbrukare med ren spannmålsodling kan miljöbelastningen minskas från djurproduktionen, och lantbrukaren med ren spannmålsproduktion får ta del av de positiva fördelar som finns med stallgödsel gentemot handelsgödsel. Svårigheter som måste överkommas är bland annat avstånd mellan de olika brukningsenheterna, det är inte ekonomiskt att transportera stallgödsel långa sträckor, betalningsviljan och intresset hos spannmålslantbrukare är inte alltid så stort. Men med ökad information och lite nytänkande kan nog lösningar på flera av problemen komma till stånd.

## 5.2 Miljömål

De miljömål som är satta till år 2010 för fosfor och kväve kräver en minskning på 20 procent relativt 1995 års utsläpp av fosfor och en motsvarande minskning av kväve på 30 procent. Då modellen är kalibrerad för de åren som användes i TWINBAS-projektet (1999-2001) är modellerade värden för 1995 inte tillgängliga. Men med 1999-2000 som utgångspunkt har IVL undersökt vilka åtgärder som skulle vara nödvändiga för att nå miljömålen för 2010. För Frögärdesbäcken skulle det krävas en minskning av kväveförlusterna på 638 kg och en minskning av fosforförlusterna på 38 kg. Av tabell 4 kan man dra slutsatsen att en korrekt placerad och optimal våtmark kan vara en viktig del i arbetet att nå miljömålen. Våtmarker tillsammans med fortsatt satsning på skyddszoner och underlättande av en övergång från spannmålsodling till odling av salix eller vall kan utgöra kraftfulla åtgärder för att minska växtnäringsläckaget. Även utökad rådgivning, i första hand till lantbrukare med djurdrift, kan vara rekommenderbart för att genom ökad information förmå dessa att fundera på sina möjligheter att minska miljöpåverkan från stallgödsel. Generellt är rådgivning och information en åtgärd som inte ska förringas då det är väldigt svårt att införa generella åtgärder som ger kostnadseffektiva resultat. Fosforförluster kännetecknas till exempel av att en betydande majoritet av förlusterna sker från ett litet område under en väldigt kort del av året. För att komma till rätta med dessa förluster bör åtgärderna vara platsspecifika och fungera under de tidpunkter på året då fosforförlusterna är förhöjda. Alternativa åtgärder är som tidigare nämnts kontrollerad dränering där det kan tillämpas, samt dikesdammar.

## 6 Slutsatser

Projekt Samråd Västerås har visat att genom insamlande av lokalt baserad information har tillförlitligheten i modellresultaten kunnat höjas. Modellresultaten uppvisar nu en bättre överensstämmelse med mätvärden för både fosfor och kväve, samt ett lägre växtnäringsläckage. Det tyder på att även om det med hjälp av centralt insamlade indata går att få en bra överensstämmelse, är en insamling av lokala data ofta nödvändig för att ge en korrekt bild av situationen. För vissa av parametrarna var det stora skillnader mellan de centrala/litterära och lokala uppgifterna, vilket kan resultera i sämre överensstämmelse och alltför höga eller låga modellerade växtnäringsförluster vid användande av centrala/litterära data. Ett område som bör studeras närmare är skillnaden i driftinriktning för lantbruket, dvs. hur påverkas förlusten av växtnäring från åkermarken beroende på driftinriktning? En insamling av lokal data behöver inte vara heltäckande vad gäller antal gårdar och area. Den undersökning som gjordes inom projekt Samråd Västerås visar på relativt små skillnader mellan olika lantbrukare angående bearbetningsmetoder, odlingsdatum, gödningsgivor och skördar. De finns dock stora skillnader mellan de olika driftinriktningarna vilket är viktigt att ha i åtanke när åtgärder diskuteras. Det finns en fara med alltför stora generaliseringar där jordbrukets olika driftinriktningar betraktas som en enhet. Därför kan en begränsad undersökning, där gårdar med olika driftinriktningar utspridda över det geografiska området ge en bra bild av området. Vid modellberäkningar över större områden är det av stor vikt att samla in lokalt baserad information. Projektet har visat på en stor skillnad för kväveförluster jämfört med tidigare modelleringsresultat. De nya resultaten uppvisar 38 % mindre kväve i avrinningsområdets utlopp. För fosfor var skillnaden mindre, 10 %, men den ursprungliga modellöverensstämmelsen var också betydligt bättre. Det kan innebära att utan lokalt baserad information finns det risk för felaktiga källfördelningsresultat och därmed även risk för felaktiga val av åtgärder.

De modellerade åtgärderna visar att skyddszoner har en tydlig effekt på växtnäringsläckaget och användandet bör uppmuntras. Däremot är skillnaden inte så stor i effekt mellan 10 meters bredd och 20 meters bredd. Alternativa grödor såsom salix och vall har även de en stor effekt på

växtnäringsläckaget och bör uppmuntras förutsatt att det går att få ekonomin att gå ihop. En övergång till höstsådda grödor ger också en stor minskning av fosfor och kväveförluster. Våtmarker kan ha en stor effekt om de placeras rätt och är korrekt utformade. För att nå miljömålen till år 2010 krävs dock en kombination av olika åtgärder och ett nära samarbete med lantbrukare.

## 7 Referenser

- Alavi, G. 1999. Climate, leaf area, soil moisture and three growth in spruce stands in SW Sweden – Field experiments and modelling. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Agraria 175.
- Blombäck, K. 1998. Carbon and Nitrogen in Catch Crop Systems – Modelling of seasonal and long-term dynamics in plant and soil. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Agraria 134.
- Dorioz, J.M., Wang, D., Poulenard, J. and Trevisan, D. 2006. The effect of grass buffer strips on phosphorous dynamics – a critical review and synthesis as a basis for application in agricultural landscapes in France. *Agro.Ecosystems and Envir.*, 117.
- Ekologgruppen. 2003. Biologi och vattenkemi nya dammar. Undersökningar 2000-2002. Slutrapport. Höjeå projektet & Kävlinge-projektet, WWF och Region Skåne.
- Evans, R. O., Gilliam, J. W. & Skaggs, R. W. 1989. Effects of agricultural water table management on drainage water quality. Water Resources Research Institute of the University of North Carolina, Raleigh, report no 1237.
- Johnsson, H. and Mårtensson, K. 2002. Kväveläckage från svensk åkermark – beräkning av normalutlakning för 1995 och 1999. Naturvårdsverket Rapport 5248.
- Neitsch, S.L., J.G. Arnold, J.R. Kiniry, J.R. Williams and K.W. King. 2001. Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation, version 2000. Blackland Research Center. Texas Agricultural Experiment Station, Temple, Texas.
- Santhi, C., R. Srinivasan, J.G. Arnold, J.R. Williams. 2005. A modeling approach to evaluate the impacts of water quality management plans implemented in a watershed in Texas. *Environmental Modelling & Software*. 21 (2006): 1141-1157.
- Wesström, I. 2002. Reglerad dränering. Fakta Jordbruk. Nr 13. SLU
- Xu, C. 2002. Textbook of Hydrologi modells (Lärobok i avrinningsmodeller). Department of earth sciences Hydrologi. Uppsala Universitet. Uppsala

## Appendix 1. Dataursprung och bearbetning

Data in ArcSDE	Information
Jordartsundersökning	Sveriges Geologiska Undersökning (SGU)
Jordartsprover från jordbruksmark	Sveriges Lantbruks Universitet (SLU)
Kombination av jordartsundersökning (SGU) och interpolation av jordartsprover (SLU)	IVL Svenska Miljöinstitutet AB
Jordbruksmark och grödoväl (2000 – 2004)	Jordbruksverket (SJV)
CORINE Markanvändning	European Environment Agency (EEA)
Kombination av jordbruksmark och markanvändning från CORINE	IVL Svenska Miljöinstitutet AB
GSD* - Digital elevations modell	Lantmäteriet (LM)
GSD – Markanvändning	Lantmäteriet (LM)
GSD – Egenskaper	Lantmäteriet (LM)
GSD – Vattendrag	Lantmäteriet (LM)
Skyddade områden	Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen (SVO), Riksantikvarieämbetet (RAÄ)
Nationell väg databas	Vägverket (VV)
Kopplade vattendrag	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI)
Water bodies (WFD)	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
Solinstrålningens data (30 år)	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
Vattenflödes data (30 år)	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
Luftfuktighets data (30 år)	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
Vindhastighets data (30 år)	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
Nederbörds data (30 år)	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
Temperatur data (30 år)	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
Grundvattens data (30 years)	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut