

KB L: J-IFM-Biol-Ex-739

Department of Physics and Measurement Technology

Gässens transport av totalkväve och  
totalfosfor till sjön Tåkern  
från omgivande fält.

Henrik Lerner

LiU-IFM-Biol-Ex- 739

18 januari 2000



**LINKÖPINGS UNIVERSITET**



**Avdelning, Institution**  
Division, Department  
**Avdelningen för biologi**  
Institutionen för Fysik och mätteknik

**Datum**  
Date  
**00 01 18**

**Språk**  
Language  
Svenska/Swedish

**Rapporttyp**  
Report category  
Licentiatavhand-ling  
 Examensarbete  
  
C-uppsats  
 D-uppsats  
  
Övrig rapport  
\_\_\_\_\_

**ISBN**  
LiU-IFM-Biol-Ex- 739

**ISRN**  
LiU-Biol-Ex- 281

**Serietitel och serienummer**      **ISSN**  
Title of series, numbering

Handledare:  
Leif Nilsson  
Avd. för zoekologi  
Ekologihuset  
Lund

Institutionskontakt: Karin Sundblad Tonderski  
Avd. för biologi, IFM

**URL för elektronisk version**

**Titel**  
Title

Gässens transport av totalkväve och totalfosfor till sjön Tåkern från omgivande fält.

*Transport of total nitrogen and total phosphorus by geese from surrounding fields to Lake Tåkern.*

**Författare**

Author  
Henrik Lerner

**Sammanfattning**

Abstract

In this study a calculation was done to quantify the contribution of nitrogen and phosphorus from geese (Bean geese, *Anser fabalis*, Greylag geese, *Anser anser*, and Canada geese, *Branta canadensis*) to the total budget for Lake Tåkern during a year. It was based on the number of goosedays for different seasons, daily rhythm of the geese, choice of food, defecation rate, retention rate (the time the food need to pass the alimentary canal) and faeces characteristics such as dry-weight and the amount of nitrogen and phosphorus in faeces. Some data were collected in the field whereas some data were collected from a thorough literature survey. During spring the geese were counted once a week. For Bean geese defecation rate was measured and faeces, collected in the field during spring, were analysed. The geese contributed about 1 % of the total nitrogen input and 2 % of the total phosphorus input. The analysis also showed that there were seasonal and species differences in daily total nitrogen and total phosphorus input. To make the calculations more complete, better data is needed on daily rhythm (especially for Greylag geese and Canada geese) and retention rate.

**Nyckelord**

Keyword

Gäss, kväve, fosfor, näringsämnestillförsel, sjöar

*Geese, nitrogen, phosphorus, nutrient loading, lakes*

# Innehållsförteckning

<b>INLEDNING</b> .....	2
UNDERSÖKNINGSOMRÅDE.....	2
TÅKERN SOM GÅSLOKAL.....	4
<b>METODER</b> .....	5
GRUNDDATA TILL MODELLEN.....	5
<i>Antal gäss och fenologi</i> .....	6
<i>Fältval</i> .....	8
<i>Spillningstakt</i> .....	8
<i>Totalkväve- och totalfosforinnehåll i spillning</i> .....	8
<i>Födans uppehållstid i matsmältningskanalen</i> .....	9
MODELLBERÄKNING AV TOTALKVÄVE- OCH TOTALFOSFORTILLFÖRSEL TILL TÅKERN.....	9
<b>RESULTAT</b> .....	10
GRUNDDATA TILL MODELLEN.....	10
<i>Antal gäss och fenologi</i> .....	10
<i>Dygnsrytm</i> .....	12
<i>Fältval</i> .....	12
<i>Spillningstakt</i> .....	13
<i>Spillningens torrsvikt</i> .....	14
<i>Totalkväve- och totalfosforinnehåll i spillning</i> .....	15
<i>Födans uppehållstid i matsmältningskanalen</i> .....	16
TOTALKVÄVE- OCH TOTALFOSFORTILLFÖRSEL TILL TÅKERN.....	17
<b>DISKUSSION</b> .....	18
MODELLENS TILLFÖRLITLIGHET.....	18
TOTALKVÄVE- OCH TOTALFOSFORTILLFÖRSEL TILL TÅKERN GENOM GÅSSEN.....	20
<b>TACK</b> .....	22
<b>REFERENSER</b> .....	23
OPUBLICERADE KÄLLOR.....	25

## INLEDNING

Grunda sjöar kan uppvisa två alternativa jämviktslägen, vilka är stabila vid mindre störningar, men kan skiftas vid kraftiga störningar. I det ena fallet uppvisar sjön ett grumligt vatten med mycket plankton, inga undervattensväxter och lite sjöfåglar, medan det i det andra fallet är tvärtom. Orsakerna till att dessa sjöar byter jämviktsläge är inte helt utredda. Förändringar i sjöns näringshalt verkar inte utlösa skiftena (Scheffer *et al.*, 1993). Däremot är det inte omöjligt att skiftet påverkas av kraftiga förändringar i näringsväven, såsom förändringar i fiskbeståndets sammansättning eller att vattennivån höjs med problem för undervattensväxternas fotosyntes. Sjön Tåkern i Östergötland har under 1900-talet fram till 1990 haft 4 omgångar med klart vatten och tre omgångar med grumligt vatten (Blindow *et al.*, 1993). Under 1990-talet fram till 1994 fortsatte ett klarvattenstadium, därefter har sjön blivit mer grumlig (Claesson, 1998). I dagsläget 1998 verkar det som om undervattensväxterna har börjat växa till sig igen.

Sedan 1994 har närsaltens påverkan på undervattensväxterna i Tåkern studerats (Blindow *et al.*, 1995). Under 1997 har Länsstyrelsen i Östergötlands län försökt att upprätta en växtnärbudget för Tåkern, för att fastställa varifrån de största bidragen av näringsämnen kommer. Genom att följa förändringar under en längre tidsperiod, hoppas man kunna fastställa hur förändringar i kväve- och fosfortillförseln till sjön påverkar växlingarna mellan olika jämviktslägen (Claesson, 1998). I studien saknas dock uppskattningar av fågelspillningens andel av den totala näringsämnestillförseln.

Flera studier har visat att fåglar tillför näringsämnen till sjöar (se litteraturgenomgång hos Mitchell & Perrow, 1998, se också Mitchell & Wass, 1995). Problemen med att andfåglar kan övergöda vattensystem har uppmärksamats sedan 1960-talet (Kear, 1963, jfr. Manny *et al.*, 1975 och 1994 för kanadagås, samt Rutschke & Schiele, 1978/79 och Rutschke, 1983 för sädgås). För Tåkerns del är gässen av störst intresse, eftersom mycket stora mängder gäss rastar vid sjön höst och vår (Gezelius, 1996). De hämtar merparten av sin föda från åkrar och strandängar och för med sig en del av den spillning som bildas till sjön, i samband med att de utnyttjar den för att vila.

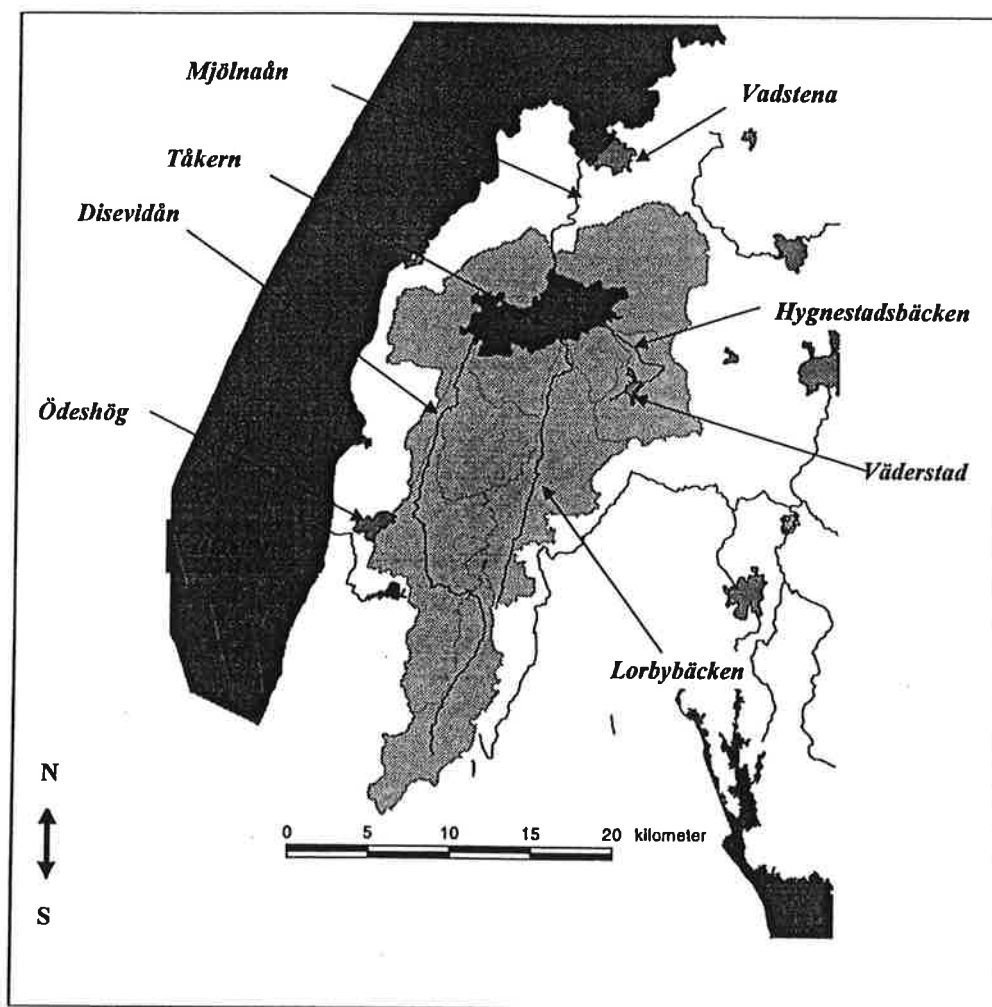
Detta arbete har beräknat hur stor mängd totalkväve och totalfosfor som tillfördes Tåkern av gässen (sädgås, *Anser fabalis*, grågås, *Anser anser*, och kanadagås, *Branta canadensis*) under ett år (hösten 1997-sommaren 1998). Arbetet bestod i att skapa en modell för gässens påverkan där olika ingångsdata gav ett värde för totalkväve- respektive totalfosfortillförseln. En del av arbetet kom därför att bestå av att analysera hur ingångsdata påverkade min modell, samt inom vilket intervall slutresultatet hamnade. Den uträknade mängden totalkväve och totalfosfor som fördes in via gässen, sattes i relation till Claessons (1998) näringsbudget för sjön och gässens betydelse för den totala kväve- och fosfortillförseln diskuterades.

### Undersökningsområde

Sjön Tåkern är 46 km<sup>2</sup> och har ett djup på 0,8 m (Claesson, 1998). Berggrunden är lättvittrad och består av sandsten, skiffer samt kalksten. Jordtäcket innehåller bördig moränlera. Från början var sjön ca 11 m djup och täckte en yta av 70 km<sup>2</sup>. Slam av lera och växtrester har

sedan grundat upp sjön. Den sänktes från 2,5 m djup under 1800-talet till det nuvarande djupet (Öhrn, 1968).

Idag karakteriseras sjön av stora vassar, vilka täcker 12-13 km<sup>2</sup> av sjöns yta (Ekstam, 1976) och som i sydvästra delen av sjön sträcker sig nästan två kilometer ut i sjön (Larsson, 1982). Bland undervattensväxterna är kransalger vanligast, främst *Chara tomentosa*, men även natearterna, *Potamogeton spp.*, och axslinga *Myriophyllum spicatum* finns i betydande mängd (Larsson, 1982).



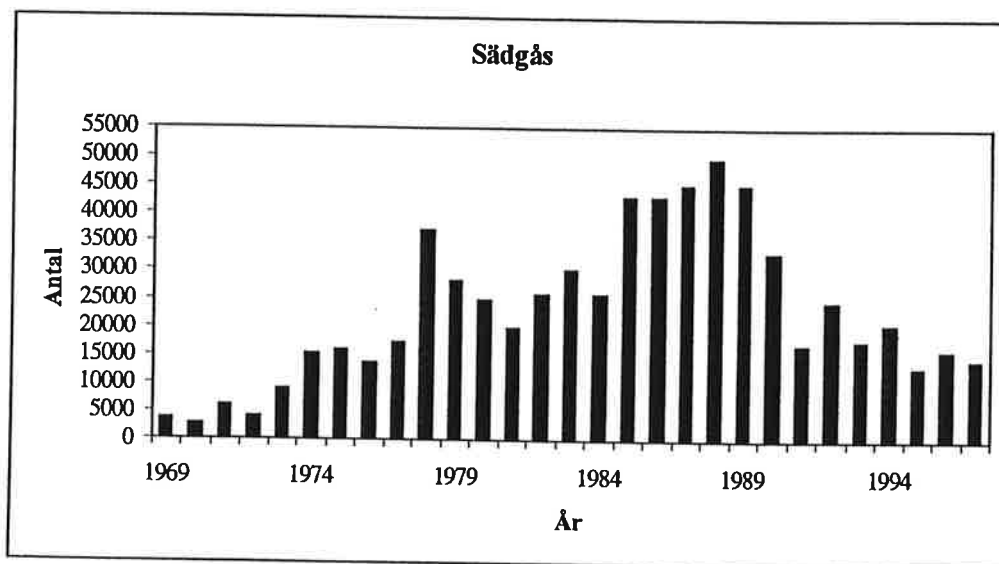
Figur 1. Karta över Tåkern och dess tillrinningsområde. Omarbetad karta efter kartmaterial från Länsstyrelsen i Östergötland, framtagen i programmet Arcview. Ljusgrå färg indikerar tillrinningsområde.

Tåkern är en reglerad sjö (Ekstam, 1976). Det totala avrinningsområdet omfattar 46% åker, 38,5% skog, 7,7% betesmark, 3,7% öppen mark, 3,2% myr, 1,9% hygge och 1% sjö (Claesson, 1998). De fem vanligaste markslagen i hela avrinningsområdet 1995 (Lantbruksregistrets jordbruksstatistik) var höstvetete 33%, korn 17%, träda 10%, höstraps 9% och råg 8%. De tre största vattendragen som mynnar i sjön är Disevidån, Lorbybäcken samt Hygnestadsbäcken (Figur 1). I Mjölnaån har Tåkern sitt enda utlopp, vilket avvattnar sjön till Vättern.

## Tåkern som gåslokal

Sädgässen passerar sjön under flyttning vår och höst. Under 1970-talet räknades upp mot 8000 sädgäss som mest under våren (Ebenman, 1975; Jacobsson, 1979). Från början av 1970-talet fram till slutet av 1980-talet ökade maxantalet under hösten från 5000 till 50 000 (Figur 2). Under 1990-talet har maxantalet sjunkit till ca 15 000 (Gezelius, 1996) i och med att gässen ändrat vanor och börjat utnyttja andra rastplatser (Nilsson, 1998a). Sädgässen börjar i huvudsak anlända i slutet av augusti eller början av september. Redan i mitten av september kan man räkna till flera tusen individer. Sträcktoppen infaller i oktober och gässen kan vara kvar till slutet av november. I Tåkernområdet furagerar sädgässen på fält upp till 10 km från sjön (Nilsson & Persson, 1984). Sjöytan utnyttjas som övernattningslokal och ibland sover de på isen.

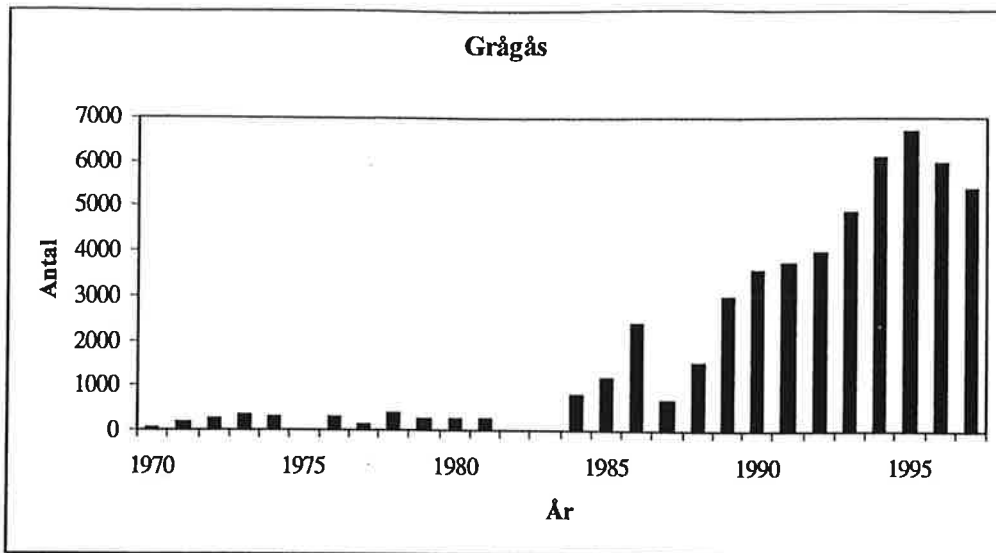
*Idera  
tusent  
ind*



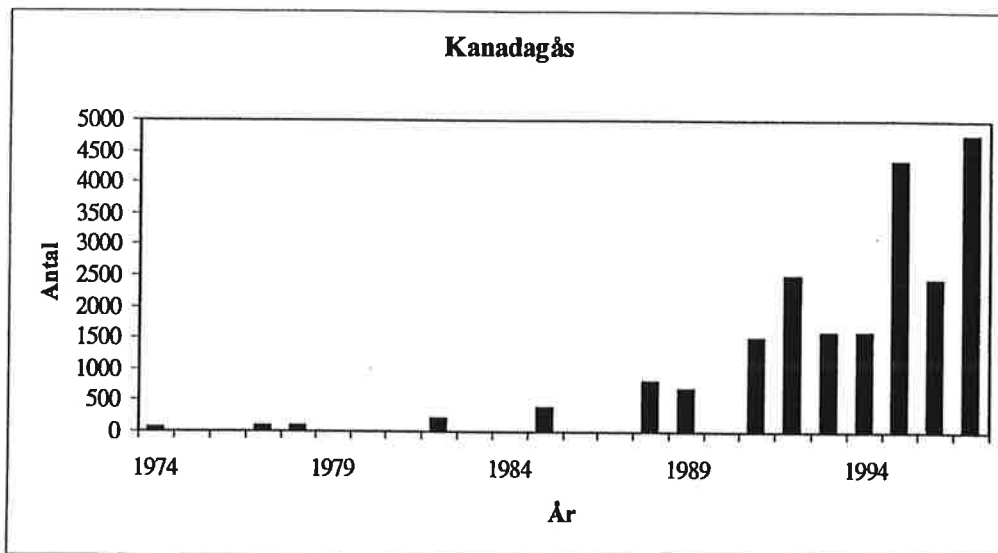
**Figur 2.** Maxantal sädgäss under hösten vid Tåkern mellan åren 1969-1997 (underlag till figuren från Tåkerns fältstation, publiceras årligen i rapporten "Fältarbete", se till exempel Gezelius 1996).

Fram till 1960-talet sågs inte grågässen vid Tåkern varje år (Figur 3). Därefter har det, liksom i övriga Sverige (Nilsson, 1998a), skett en markant ökning. Grågässen började häcka 1972 (Gezelius, 1992) och därefter har antalet ökat starkt, främst under 1990-talet, till runt 420 kullar 1998. De icke-häckande grågässen är svåra att räkna på våren, då de häckande grågässen är många. Antalet ruggande grågäss sommartid har uppskattats till mellan 1000 och 2000 individer (Andersson, 1992). Under sommaren samlas grågässen vid Tåkern i flockar och når maximiantal under augusti-september (Figur 3). Därefter minskar antalet kraftigt och några hundra kan finnas kvar i oktober.

Antalet rastande kanadagäss under våren är dåligt känt. Under hösten har det vid Tåkern inte rastat mer än 500 individer förrän under 1980-talet (Figur 4). Under 1990-talet har antalet rastande fåglar ökat. Någon direkt sträcktopp under hösten är svår att utläsa. Det verkar finnas en i augusti-september och en i oktober.



Figur 3. Maxantal grågäss under hösten vid Tåkern mellan åren 1970-1997 (underlag till figuren hämtat från samma källa som i figur 2).



Figur 4. Maxantal kanadagäss under hösten vid Tåkern mellan åren 1974-1997 (underlag till figuren hämtat från samma källa som i figur 2).

## METODER

### Grunddata till modellen

För att kunna skapa en modell för gässens transport av totalkväve och totalfosfor till Tåkern krävs uppgifter om antal gäss och deras uppträdande, dygnsrytm och fältval. Vidare behövs uppgifter om mängden spillning som produceras per tidsenhet, totalkväve- och

totalfosforhalter i spillningen, samt om hur lång tid födan uppehåller sig i matsmältningskanalen. Fältstudierna har koncentrerats på sädgås, eftersom det är den dominerande arten. Alla värden för grågås och kanadagås utom antal och fältval har hämtats ur litteraturen. Uppgifter om dygnsrytm baseras för alla arter på litteraturuppgifter.

### Antal gäss och fenologi

Gåsinventeringarna under våren genomfördes en gång i veckan på samma standardiserade sätt som vid höstens inventeringar (Gezelius, 1997). Sjön delades i 5 sektorer, med minst en observatör i varje, vilka räknade antalet utflygande gäss av de olika arterna. Räkningen påbörjades före gryningen och avslutades efter någon timme, när alla gässen flugit ut på fälten. Räkningarna startade 1/3 och slutade 1/5. Den 4/4 ställdes räkningen in på grund av snökaos, medan resultaten från inventeringen den 25/4 har utgått på grund av dimma.

Uppgifter om antalet rastande gäss vid Tåkern under hösten har hämtats från de standardiserade gåsinventeringarna vid sjön (Gezelius, 1997).

För att få ett mått på hur gässen utnyttjar, respektive påverkar, området under en tidsperiod, kan man beräkna antal gåsdagar för hela undersökningsområdet eller för det/de fält man är intresserad av. Beräkningen genomförs enligt formeln (Nilsson & Persson, 1992):

$$GD = \sum g_i * d_i$$

(1)

GD = antal gåsdagar

$g_i$  = antal gäss räkningsdag i

$d_i$  = halva summan av antalet dagar mellan räkningen innan i och räkningen efter i. Vid första respektive sista räkningen är det antalet dagar till efterföljande respektive föregående som används.

Under våren fram till ruggningen furagerar de häckande grågässen vid Tåkern främst på sjöns strandängar och åkrar nära sjön. De kan därför inte täckas in vid de beskrivna inventeringarna. Följande metod har därför använts (baserad på uppgifter från L. Nilsson för en märkt population i SV Skåne, se även Nilsson, 1998b):

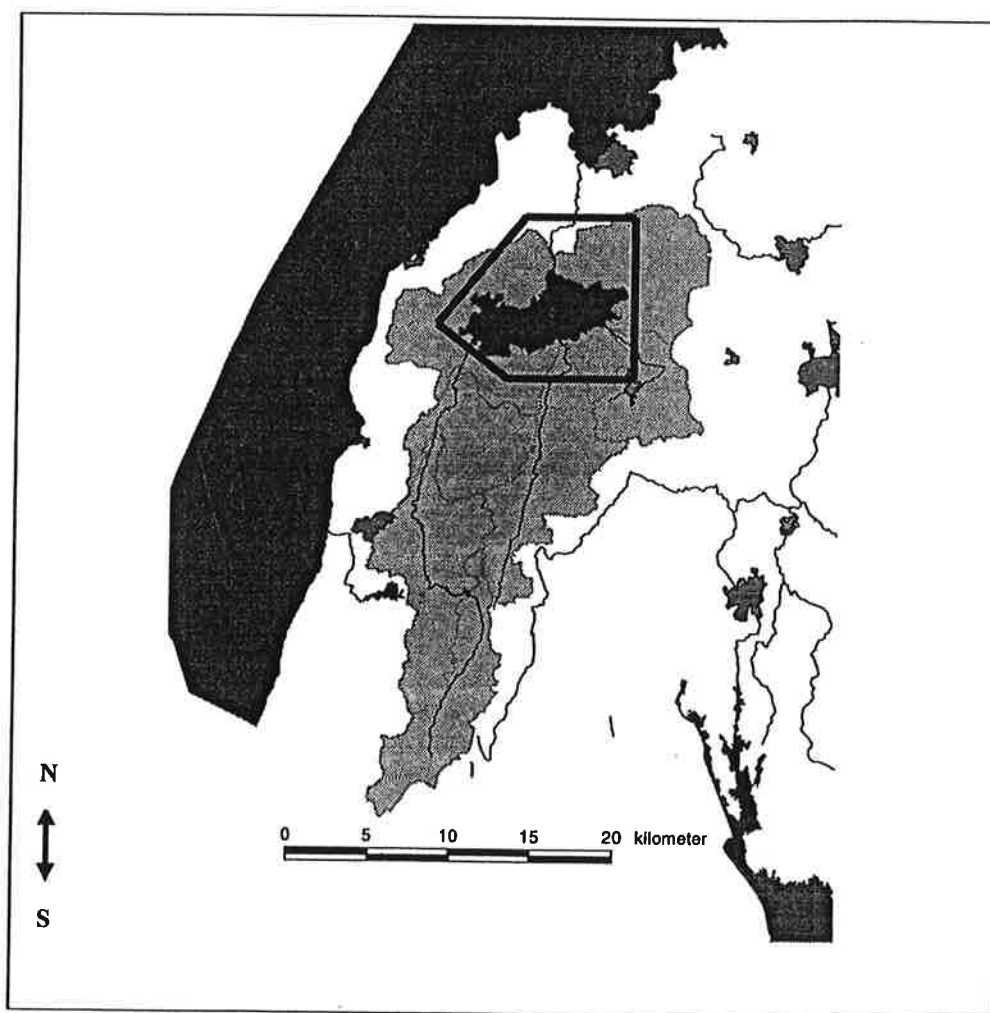
Antalet par som påbörjar häckning beräknas genom att dividera antalet par som setts med kullar med medelvärdet på "success rate", det vill säga den andel av paren som lyckats producera minst en flygg unge (medelvärde =  $0,49 \pm 0,14$ ; L. Nilsson, muntl.). Antalet häckande individer, som är det dubbla antalet, multipliceras sedan med antalet dagar från 1 mars, när de flesta anses ha kommit, till sista maj för att ge antalet gåsdagar för de häckande fåglarna.

Antalet flygga ungar har beräknats genom att multiplicera antalet kullar från kullräkningen 17/5 med medelvärdet för antalet ungar per kull (medelvärde =  $3,6 \pm 0,37$ ; L. Nilsson, muntl.). Kullstorleken har beräknats på lyckade häckningar. Jag har valt den 9 maj som initialdag för antalet gåsdagar för ungarna. Det ligger mitt emellan den dag den första kullen sågs (30/4) och det datum antalet kullar räknades (17/5). Antalet flygga ungar multiplicerades med antalet dagar mellan 9/5 och sista maj för att ge antalet gåsdagar för ungar under våren.



För att beräkna antalet icke-häckande grågäss (ett-, två- och treåringar) utgick jag från antalet flygga ungar de närmast föregående åren (1995-1997) och multiplicerade detta med den genomsnittliga överlevnaden. För grågåspopulationen gäller att de flesta fyraåringar häckar. En mindre andel treåringar häckar, men detta kompenseras av att ett mindre antal äldre gäss ej häckar. För ettåringar var överlevnaden  $0,51 \pm 0,15$  %. För tvååringar och treåringar får man först multiplicera med överlevnaden för ettåringar och därefter för varje år till de levtt, med överlevnaden för adulta som är  $0,76 \pm 0,10$  % (L. Nilsson, muntl.). Antalet ickehäckande grågäss multiplicerades med antalet dagar mellan 1 mars och sista maj för att ge antalet gåsdagar.

För alla grågäss räknades hela juni som ruggningsperiod. Under ruggningsperioden förändras en del av grågässens ingångsdata i modellen.



**Figur 5.** Karta med området för fältval inritat. Omarbetad karta efter kartmaterial från Länsstyrelsen i Östergötland, framtagen i programmet Arcview.

## Fältval

Fältvalet studerades under förmiddagen efter veckans räkning, varvid större delen av det område som är inritat på Figur 5 täcktes. Fälttypen noterades och flockarna räknades med avseende på art och antal. Stora flockar (>100) räknades minst två gånger, för att minska risken för felräkning. Flockar som lyfte, räknades bara vid ett tillfälle. Strandängarna är troligen underrepresenterade eftersom min resruttt täckte in dem dåligt.

## Spillningstakt

Spillningstakten hos sädgås bestämdes för höstsådd säd och vall med en något modifierad "Hourly block method" (Bédard & Gauthier, 1986). Detaljerade observationer påbörjades sedan gässen hade gått en timme på fälten, så att den spillningstakt som mättes kunde relateras till den aktuella fälttypen (födans uppehållstid i tarmkanalen är ungefär en timme - se resultat och diskussion om uppehållstid). Individer i en flock på minst 100 individer följdes kontinuerligt under en halvtimme. Alla spillningar från den individ man följde för stunden noterades. När en individs bakdel försvann ur synhåll valdes genast en ny individ ut slumpmässigt. Cirka 20 fåglar per halvtimme kunde följas. Fåglar som låg ner följdes aldrig. Max två halvtimmesobservationer gjordes på flockar över 100 individer. Observationerna skedde med tubkikare (30 ggr förstoring), oftast användes en bil som gömsle. Observationer gjordes bara i ett fall med snötäcke. Alla observationer utfördes på eftermiddagen efter gässens middagsvila. Medelvärde och varians beräknades enligt Bédard & Gauthier (1986).

## Totalkväve- och totalfosforinnehåll i spillning

Totalkväve- och totalfosforanalyser gjordes på sädgåsspillning. Den 9/4 1998 insamlades spillning från gräsvall, den 11/4 1998 från höstsådd samt den 18/4 1998 från strandäng. För att minska risken att spillningarna innehöll substans från andra fält, gjordes insamlingen då gässen gått minst en timme på det aktuella fältet. Flockarna hade över 100 individer och endast ett fåtal var kanadagås respektive grågås. En yta på 100 m<sup>2</sup> delades in i tre rutor. Tio färskavföringar togs slumpvis inom varje ruta och utgjorde en grupp. Friliggande spillningar samt spillningar ur högar samlades. Ur varje hög togs bara en spillning. Längden på varje spillning mättes i fält från spets till spets till närmsta millimeter, med hjälp av en stålskala. Spillningarna från varje grupp frystes i väntan på analys.

Gåsspillningarna torkades till torrsvikt vid 57°C i minst tre dygn. Då de enskilda spillningarna ej kunde separeras efter frysning, vägdes innehållet i varje grupp och medelvikten per spillning beräknades. Från varje grupp togs två prov för analys av totalkväve och totalfosfor. Medelvärdet räknades på de två proven inom varje grupp. Varje prov homogeniserades.

Halten totalkväve bestämdes med hjälp av Kjeldahl-metoden. I ett rör blandades 0,15 g spillningsprov med 5 ml koncentrerad svavelsyra och 5 ml vatten. Till det sattes en blandning av kaliumsulfat och kopparsulfat. Dubbelprov gjordes för vall och höstsådd. Provrören indunstades vid 140°C på värmeblock. Därefter höjdes temperaturen till 400°C och hölls där tills vätskan i provrören var klar. Avsvalnade provrör destillerades i en Kjeltex System 1026 Distilling Unit, till ett förlag med 0,015M svavelsyra och SBV-indikator. Förlaget titrerades sedan med 0,05M natriumhydroxid till omslag.

Totalfosforanalyserna utfördes av HS-Miljölab (Kalmar). Proven askades och löstes därefter upp med 6M saltsyra, så att provet var i vätskefas. Reagens tillsattes i form av askorbinsyralösning samt molybdatlösning (svensk standard SS 02 81 26). Därefter mättes absorptionsen vid 880 nm och omräknades till totalfosforhalt.

Mullhalten bestämdes genom att de 6 proverna för varje fälttyp klumpades ihop och analyserades som ett prov. Analysen utfördes av HS-Miljölab (Kalmar).

### Födans uppehållstid i matsmältningskanalen

Tiden för födans passage genom matsmältningskanalen har beräknats för sädgås enligt en formel i Prop & Vulink (1992):

$$T = LDT * I / LD$$

T = tiden för födans passage genom matsmältningskanalen

LDT = tarmens längd från magen till anus (cm)

I = tiden mellan två spillningar (min)

LD = spillningslängd (cm)

Längden på tarmarna mättes på två vilda hanar av sädgås, skjutna i Skåne nov-dec 1996. Frysta vägde de 3541 g respektive 3750 g. Dessa vikter är högre än medelvikten för hanar fångade i Holland under december till mars (Cramp & Simmons, 1977). Båda dissekerades delvis frysta, vilket underlättade hanteringen av tarmarna.

Längden på sädgåsspillning mättes till närmsta millimeter i samband med insamlandet av spillning för totalkväve- och totalfosforanalys. Medelvärden för höstsädd säd användes för spillningslängd och tiden mellan två spillningar.

### Modellberäkning av totalkväve- och totalfosfortillförsel till Tåkern

Den använda metoden är indirekt. Eftersom gässen i Tåkern övernattar på vatten har det inte varit möjligt att samla in de spillningar som produceras under natten. Jag utgår ifrån att gässen anländer till sjön med en full matsmältningskanal. Gässen har en snabb ämnesomsättning och man har inte kunnat påvisa cellulosedbrytande bakterier, vilket förlänger tiden som födan är kvar i matsmältningskanalen (Sibly, 1981). Födan blandas inte heller någon gång under passagen (Owen, 1975). Jag har därför på land under dagtid, samt genom litteraturen, försökt uppskatta vad en full matsmältningskanal omfattar i antalet spillningar. Genom att känna till födans uppehållstid i matsmältningskanalen och antalet spillningar som produceras under den tiden, går det att räkna ut antalet spillningar som en full matsmältningskanal ger upphov till.

Beräkningarna för modellen har skett enligt följande:

Formel (2) ger antalet spillningar för en gås under ett tillfälle den är i sjön. Då jag antagit att innehållet i en matsmältningskanal töms för varje gång den är i sjön under en längre tid, kan jag omforma det till antal spillningar, genom att dela uppehållstiden med spillningstakten.

$$n_f = RT / dr \quad (2)$$

$n_f$  = antal spillningar för en gås per tillfälle i sjön

$RT$  = uppehållstid i matsmältningskanalen i minuter

$dr$  = spillningstakt i antal minuter mellan två spillningar

Formel (2) sätts in i formel (3) för att beräkna den totala mängden av ett närsaltsämne, exempelvis totalkväve.

$$TH_n = n_f * p * DW * H_n * GD \quad (3)$$

$TH_n$  = totala mängden av närsalt som kommer till sjön via gässen, där  $n$  står för totalkväve eller totalfosfor i den här studien

$n_f$  = antal spillningar per tillfälle i sjön (beräknas enligt formel (2))

$p$  = antalet perioder i sjön per dygn

$DW$  = spillningens torrsvikt

$H_n$  = halten av närsalt i en spillning (i den här studien totalkväve eller totalfosfor)

$GD$  = antal gåsdagar (beräknas enligt formel (1))

Antalet spillningar per tillfälle i sjön multipliceras med antalet tillfällen fågeln är i sjön för att ge antalet spillningar som deponeras i sjön per dygn. För att få mängden totalkväve och totalfosfor per dag multiplicerar man antalet spillningar per dygn med spillningens torrsvikt och halten av närsalt. Resultatet multipliceras med antalet gåsdagar för given period. Genom att dela upp året i olika perioder som adderas (ett visst antal gåsdagar) och variera ingångsvariablerna kan man beräkna den totala halten för året, justerad efter olika förhållanden under olika perioder.

## RESULTAT

### Grunddata till modellen

#### Antal gäss och fenologi

Redan i januari, våren 1998, gick Tåkerns is upp. Sädgässen anlände onormalt tidigt och de första 20 noterades redan den 18/1 (Tabell 1). Den 21/2 fanns minst 1000 vid sjön. När räkningarna påbörjades den 1/3 räknades det in 3005. Vid inventeringen den 7/3 stannade en del gäss kvar på isen och fördelningen mellan sädgås och grågås kan vara osäker. Vid sträcktoppen (15/3) räknades 15526 sädgäss i sjön. Då var hela Tåkern isbelagd igen. Vårsträcket blev utdraget, på grund av två kraftiga bakslag med snötäcke på upp till 3 dm, och sädgässen stannade därför länge. Den 17/5 fanns inga sädgäss kvar. Hösten 1997 (Gezelius, 1997) fanns inga sädgäss vid räkningen den 17 augusti (Tabell 2). Toppen inföll 12 oktober när 14300 räknades in. Vid oktobers slut och under första halvan av november föll antalen från runt 10000 till 1500 vid sista räkningen 16 november.

De första grågässen anlände redan 10 januari. Grågässen vid Tåkern producerade 1998 420 kullar, vilket omräknat blir 1512 flygga ungar. Antalet häckande par beräknades till 857. Antalet icke-häckande ettåringar, tvååringar och treåringar beräknades till 549, 134 respektive 158 eller totalt 841. Hösten 1997 (Gezelius, 1997) inföll grågåstoppen vid de första två räkningarna då det fanns mellan 5000 och 5500 (Tabell 2). Under slutet av september och första halvan av oktober fanns mellan 1500 och 2000 runt sjön. Från andra halvan av oktober till mitten av november var bara något hundratal kvar och vid sista räkningen noterades bara en individ.

**Tabell 1.** Antalet individer av sädgås och kanadagås vid räkningar våren 1998.

Våren 1998	sädgås	kanadagås
18 januari	20	
21 februari	1000	
1 mars	3005	956
7 mars	6750	168
15 mars	15526	53
21 mars	7484	271
29 mars	4259	192
11 april	2850	157
18 april	3000	56
1 maj	1000	
17 maj	0	

**Tabell 2.** Antalet individer av sädgås, grågås och kanadagås vid räkningar utförda hösten 1997 av Tåkerns fältstation (Gezelius, 1997).

Hösten 1997	sädgås	grågås	kanadagås
17 augusti	0	5180	2174
14 september	2540	5400	4750
28 september	5400	1650	1130
12 oktober	14300	2000	2200
19 oktober	10460	77	750
26 oktober	9700	42	480
16 november	1500	1	630

Kanadagässen fanns i större mängder (runt 1000) innan första snöperioden (7/3). Antalen varierade en hel del mellan räkningarna (Tabell 1). Hösten 1997 (Gezelius, 1997) inföll kanadagåstoppen (4750) vid andra räkningen, men likt våren verkar en viss variation förekomma (Tabell 2). Mot slutet av september hade antalet sjunkit till 1130, för att den 12 oktober åter ha ökat, denna gång till 2200. Kanadagässen i Tåkernområdet utnyttjar både Tåkern och Vättern som övernattningsplats och fluktuationer i antalet mellan räkningarna kan bero på att de bytt nattplats. Vilka faktorer som ligger bakom, samt när de är på vilket ställe är dåligt utredda. Kanadagässens värden är därför osäkra.

Sädgässen bidrar mest till det totala antalet gåsdagar (Tabell 3). Felmarginalerna för antalet gåsdagar är minst för våren, då en bra täckning erhöles. Dock kom gässen tidigt och siffrorna kan vara för låga för sädgås och kanadagås fram till 1 mars. Hösträkningarna har skett med



intervall på upp till en månad. Detta kan ge en missvisande bild, då det ofta skiljer i individantal på flera tusen mellan räkningarna. Höststräcket är dock inte lika intensivt som vårsträcket. Antalet gäss under senhösten är starkt beroende på väderleksförhållandena. Riktigt milda år kan ett mindre antal gäss övervintra.

Tabell 3. Antalet gåsdagar för olika arter under våren/sommaren 1998 (anges som vår) och hösten 1997 i Tåkern. Alla värdena är avrundade till jämna tusental.

Art	Vår	Höst	Hela året
Sädgås	369000	502000	871000
Grågås	392000 <sup>a</sup>	304000 <sup>b</sup>	696000
Kanadagås	14000	225000	239000
<b>TOTALT</b>	<b>775000</b>	<b>1031000</b>	<b>1806000</b>

<sup>a</sup> varav häckande 193000 gåsdagar, ickehäckande 77000 gåsdagar samt ruggande 122000 gåsdagar.

<sup>b</sup> varav till sista oktober 304000 gåsdagar samt efter 1 november 21 gåsdagar.

### Dygnsrhythm

Sädgässen i Vombområdet, Skåne, besökte under mars-april spontant sjön två gånger per dygn. Varje vistelse var längre än vad det tar för gässen att tömma matsmältningskanalen (Ebenman *et al.*, 1976). På hösten är sädgässen i Skåne normalt i sjön endast under natten, vilket ger en period per dygn (Persson, 1989).

De häckande grågässens dygnsrhythm är dåligt känd. De söker föda på land och flyger på kvällen ut på vattnet (L. Nilsson, muntl.). Jag har antagit att spillning motsvarande en full matsmältningskanal följer med ut i vattnet. Dessa gäss rör sig en del mellan sjön och strandängarna, vilket ger en viss osäkerhet i beräkningarna. Jag har antagit att de icke-häckande individerna uppför sig ungefär som sädgässen och kanadagässen. Således räknar jag med två perioder under våren fram till ruggningen för de icke-häckande gässen, medan jag räknar med en period för de häckande gässen. Under ruggningen antar jag att de utnyttjar omkringliggande fält två gånger per dygn med en period emellan, motsvarande den tid det tar för en matsmältningskanal att tömmas (L. Nilsson, muntl.). Grågässen i Skåne söker under hösten fram till och med oktober föda på fälten morgon och kväll och vistas sålunda under två längre perioder i sjön. I november vistas alla grågässen bara i sjön under natten (Nilsson & Persson, 1992).

1-2 vistelser på sjön

För kanadagässen har jag antagit att de utnyttjar sjöområdet lika många gånger per dag som sädgässen och under lika lång tid (L. Nilsson, muntl.).

### Fältval

I den här studien dominerade höstsådd säd fältvalet med 79% för sädgås under våren (Tabell 4). Det fanns inga tendenser till skifte mellan grödor. Det klart vanligaste fältslaget i den här studiens område var just höstsådd säd. Höstsådd raps fanns även i området, men den utnyttjades inte alls av sädgässen. Innan fältvalsstudien påbörjades gick några tusen gäss på åkrar där det låg överbliven potatis. Detta var dock en tämligen begränsad föda, som snabbt tog slut. Nilsson och Persson (1984) fann att sädgässen vid Tåkern under våren åt oskordat

vete, höstsäd och stubb. Inget av dessa födoslag dominerade över de andra i dieten. Ebenmans (1975) studier av sädgässens fältval vid Tåkern under våren visade också på vete som en viktig föda. På hösten gick sädgässen vid Tåkern, fram till mitten av oktober främst på stubb, därefter utnyttjades både stubb och höstsäd (Nilsson & Persson, 1984). Gezelius (1990) fann att sädgässen i slutet av oktober främst gick på höstsäd, men även till viss del utnyttjade oljeväxter.

Tabell 4. Fältval för sädgås perioden 1/3 till 1/5, 1998 i Tåkernområdet.

Fälttyp	antal	%
Höstsådd säd	6507	79,3
Plöjt	12	0,2
Stubb	369	4,5
Vall	106	1,3
Ärtor	125	1,5
Strandäng	273	3,3
Klöver	815	9,9
<b>Totalt</b>	<b>8207</b>	<b>100,0</b>

Min fältvalsstudie visade att 87% av fältvalet för grågässen bestod av höstsådd säd. Grågässens fältval har inte studerats vid Tåkern under hösten. Före skörden söker de föda på varierande typer av fält, bland annat med liggande säd, ärtor, men även oskördat korn. Efter skörden är stubbåkrar den främsta födokällan, men i Skåne under senhösten är sockerbetor också av betydelse (Nilsson & Persson, 1998).

Kanadagässen utnyttjar under hösten samma typ av fält som sädgässen (L. Nilsson, muntl.), men det är dåligt utrett vilka fält den föredrar att utnyttja under våren. Den här studiens värden under våren tyder på en fullständig preferens för höstsådd säd (99 % av födovallet). Detta antagande bygger dock på allt för få flockar för att vara tillförlitligt, men man kan anta att kanadagässen även på våren utnyttjar samma typ av fält som sädgässen.

### Spillningstakt

På höstsådd säd (den här studien) var spillningstakten för sädgås 6,3 spillningar/h (var = 1,81; n = 7 halvtimmar). På vall gjordes bara två halvtimmesmätningar, vilket gav ett värde på 13 spillningar/h. Flera studier visar att spillningstakten varierar beroende på grödan. Madsen (1985) har visat för spetsbergsgås att spillningstakten är dubbelt så hög för betesmark jämfört med nysådda fält. Bedard & Gauthier (1989) har visat för snögås att spillningstakten är dubbelt så hög för en diet på huvudsakligen gräs (12,5±1,6 spillningar/h) jämfört med sädeskorn (6,2±1,2 spillningar/h). Jag har för sädgås valt att använda mina värden för höstsådd säd samt dubblat dessa till 12,6 spillningar/h för att gälla för vall.

För grågås anger Paterson (1991) en spillningstakt på 8,4 spillningar/h (n=16). Fox & Kahlert (*in prep.*) anger för grågås värden innan och efter ruggning på 9,08 spillningar/h, medan det under ruggningen var 3,93 spillningar/h. Jag har använt Patersons (1991) värde för mina beräkningar, då gässen i Fox & Kahlerts studie utnyttjat en annan gröda än i min studie.

För kanadagås har angivits en spillning var 30 min (1,96 spillningar/h; Manny *et al.*, 1994). Värdet för kanadagås bygger på en indirekt metod, vilken går ut på att räkna spillning på marken och sedan dividera med det antal gäss som funnits i området och den tid under vilken de gått i området. Den typen av metod kan ge ett alltför lågt värde för arten (se Bedard & Gauthier, 1986). Jag har ändå valt att göra mina beräkningar för kanadagås utifrån detta värde, då jag inte funnit något annat värde.

Spillningstakten har visat sig variera över året. Den är lägst under ruvning/ruggning (Prop & Vulink, 1992) och troligen högst under höst/vinter (Prop & Vulink, 1992; Percival *et al.*, 1996; Mayes, 1991). Hos vitkindad gås kan spillningstakten under ruvningen vara en tredjedel av vad den är under det övriga året (Prop & Vulink, 1992). Jag har för alla tre arterna valt att använda samma spillningstakt för både höst och vår, då det inte verkar vara någon tydlig skillnad mellan säsongerna i nyss nämnda arbeten. För grågässen under ruggningstid väljer jag att minska spillningstakten med 43 %, i enlighet med Fox & Kahlerts (*in prep.*) värden.

### Spillningens torrsvikt

Torrsvikten för sädgåsspillning från höstsäd var dubbelt så hög som torrsvikten från de andra fältlagen (Tabell 5). Rutschke (1983) anger en torrsvikt på 0,95-1,04 g/spillning för sädgås. Att det skiljer så mycket skulle kunna förklaras med att halterna av organiskt material i spillningen skiljer sig åt mellan olika födoslag. Halten organiskt material i sädgåsspillning (den här studien) var från vall 81 %, strandäng 84 % och höstsådd säd 70 %. En tänkbar förklaring kan vara att när fälten är fuktiga följer mer mängd jord med när gässen repar växtlighet nära jordytan, än när fälten är torra. Det kan också vara så att skillnaden beror på viktskillnader i det organiska materialet. För spetsbergsgås anger Madsen (1985) ungefär lika stora skillnader i torrsvikt mellan nysådda fält (1,476 g/spillning, n = 122, SD saknas) och betesmark (0,727 g/spillning, n = 121, SD saknas) som i min studie. Även för större snögås finns en skillnad på ett halvt gram (SD för båda vikterna är 0,03 g respektive) där en diet med mestadels sädeskorn (90 %) resulterar i tyngre spillning medan en diet med mestadels gräs (90 %) resulterar i lättare spillning (Bedard & Gauthier, 1989). Jag har därför valt att ta med både värdena för höstsådd säd och vall och gjort separata uträkningar för dem under våren. Under hösten har jag enbart räknat på värdena för höstsådd säd.

Torrsvikten för spillning hos grågås uppges till 0,94 g/spillning (n = 60) hos Kear (1963) och 1,32 g/spillning (n=98) hos Paterson (1991). Vikten ändras hos grågås i samband med ruggningen (Fox & Kahlert, *in prep.*). Före ruggningen låg den i deras studie på 0,682 g/spillning och under ruggningen låg den på 0,397 g/spillning. Torrsvikt för grågåsspillning i mina beräkningar sattes till 1,0 g/spillning, då värdet ligger mellan Kears (1963) och Patersons (1991) värden. Fox & Kahlerts (*in prep.*) vikter har jag valt att bortse från, då de åt annan föda än gässen i Tåkern.

För spillning från kanadagås har Manny *et al.* (1975) angett en torrsvikt på 1,17 g/spillning (n = 155). För kanadagås i England anges en torrsvikt på 1,90 g/spillning (n=60) (Kear 1963). Torrsvikt för kanadagås i mina beräkningar valdes till 1,90 g/spillning, då alla kanadagås i Europa är inplanterade och borde likna varandra mer i beteende och matsmältningskanal, än ursprungsraserna i Nordamerika.

Årstidsvariationer på torrsvikten verkar inte vara så stora (storleksordningen 0,2 g under december till april; Mayes, 1991) utom under ruggningen (Fox & Kahlert, *in prep.*). Jag finner



det därför inte lämpligt att variera torrvikten mellan vår och höst. För grågås under ruggningen har jag valt att sänka torrvikten till 60 % av 1,0 g/spillning, i enlighet med Fox & Kahlerts (*in prep.*) värden.

**Tabell 5.** Torrvtikt i gram per spillning av sädgås för de olika fälttyperna, Tåkern april 1998. Varje grupp består av 10 hopklumpade spillningar. Vikten för gruppen har sedan dividerats med 10 för att få värdet i tabellen.

Fälttyp	Grupp 1	Grupp 2	Grupp 3	Medel
Höstsådd säd	2,20	2,14	2,14	2,16
Vall	1,24	1,23	1,10	1,19
Strandäng	1,31	1,25	1,28	1,28

### Totalkväve- och totalfosforinnehåll i spillning

Totalkväve- och totalfosforhalten i sädgåsspillning varierade i den här studien mellan olika fälttyper (Tabell 6). Totalkvävehalten var högre för spillning på strandängen än på höstsådd säd och vall, vilka låg på samma nivå. Totalfosforhalten var lägst för spillning på vall och högst på strandäng. Rutschke & Schiele (1978/79) anger att totalkväve- och totalfosforhalten varierade mellan olika typer av gröda. I spillning från grott vete utgjordes 2,6 % av spillningens torrvtikt av totalkväve och 0,8 % av totalfosfor. I spillning från korn utgjordes 1,5 % av spillningens torrvtikt av totalkväve och 0,7 % av totalfosfor. Sålunda låg totalkvävehalten i den här studien högre respektive totalfosforhalten lägre än i Rutschke & Schieles studie (1978/79). Jag har som totalkvävehalter och totalfosforhalter använt de värden jag fick fram för höstsådd säd och vall. För hösten har jag för sädgås valt att använda samma värden som för våren, trots att även stubb och oljeväxter är ett inslag (Nilsson & Persson, 1984; Gezelius, 1990). Jag har heller inte tagit hänsyn till skillnader över året inom samma gröda.

Totalkvävehalten var för grågåsspillning strax innan och under ruggning mellan 1,89-3,49 % av torrvikten (Fox & Kahlert, *in prep.*). Vikten sjunker under ruggning. I brist på värden för grågås väljer jag att för hela året använda totalkväve- och totalfosforhalter för höstsådd säd för sädgås, då grågässen föredrog höstsådd säd under våren.

För kanadagås används värden ur Manny *et al.* (1994), vilka är för totalkväve 4,8 % av spillningens torrvtikt och för totalfosfor 1,5 % av spillningens torrvtikt. Värdena för kanadagås härrör från den ursprungliga populationen i Nordamerika, vilket kan ge en viss missvisning om inplanterade europeiska kanadagäss skiljer sig åt i upptag av kväve eller fosfor, samt val av gröda. Födan anges inte i Manny *et al.* (1975, 1994).

**Tabell 6.** Totalkväve- och totalfosforhalt i sädgåsspillning i procent av spillningens torrvtikt. Spillningen insamlad i april 1998 vid Tåkern.

Fälttyp	Totalkvävehalt medelvärde och SD	n	Totalfosforhalt medelvärde och SD	n
Höstsådd säd	4,70±0,84 %	12	0,433±0,51 %	6
Vall	4,96±0,94 %	11	0,342±0,21 %	6
Strandäng	6,14±1,25 %	5	0,496±0,77 %	6

## Födans uppehållstid i matsmältningskanalen

Det finns inga direkta studier där man matat fritt flygande vilda gäss med någon markör för att beräkna uppehållstiden. Sådana studier finns bara på vingklippta och tama gäss. Vikt och längd på olika delar inom matsmältningskanalen är lägre hos tama än vilda individer av samma gåsart (Owen, 1975). Omräkningsfaktorer mellan tama gäss och vilda gäss saknas och jag har fått utgå från uppskattade uppehållstider för vilda gäss. Jag har heller inte funnit någon jämförande studie på hur matsmältningskanalens storlek och vikt förhåller sig till kroppsvikten hos olika gåsararter.

Owen (1975) anger 60 min som uppehållstid i matsmältningskanalen för vilda vitkindade gäss. Den tid det tar från det att gässen börjar äta till det att den första spillningen kommer på morgonen kan ses som den tid det tar för en spillning att passera matsmältningskanalen, då gässen tömt den under natten (Markgren, 1963; Ebbinge *et al.*, 1975; Mattocks, 1971). Ebbinge *et al.* (1975) anger att första spillningen kom 57 min efter att de börjat äta. Madsen (1985) anger för spetsbergsgås 45-50 minuter både på vall (n=2) och nysått korn (n=2).

Mängden föda påverkar inte uppehållstiden i matsmältningskanalen (Burton *et al.*, 1979). Att mängden intagen föda per tidsenhet ökar mot kvällen (Owen *et al.*, 1992) har alltså ingen betydelse. Att födans sammansättning (födoval) påverkar uppehållstiden har man kunnat visa på tama gäss (se Owen, 1975), men jag kan inte ta hänsyn till detta då det inte finns tillräckligt med data från vilda gäss. Bland studier på tama gäss har jag inte funnit uppehållstider på de födoslag som är med i min studie.

För sädgåsen beräknas födans uppehållstid (den här studien) i matsmältningskanalen enligt följande: Medelvärde för spillningslängden är  $8,5 \pm 1,8$  cm (n=30). Tarmlängden var hos den tyngsta gåsen 266 cm, med en divertikellängd på 27 respektive 24 cm. Den lättare gåsen var skottskadad i buken och tarmen var av på ett ställe. En rekonstruktion gav 247 cm i totallängd, med en divertikellängd på 26 cm respektive 27 cm. Divertikellängden tas inte in i formeln. Spillningstakten för höstsådd säd är 6,3 /h. Detta ger en uppehållstid på 3,9 till 4,6 timmar för de båda tarmlängderna.

Min uträkning för uppehållstid hos sädgås ger ett högt värde. Prop & Vulinks (1992) metod går dock inte att använda i den här studien, eftersom man byter vikt i födointag mot tarmlängd från magen till anus i formeln (se Sibly, 1981). Med en omräkning av Owens (1975) värden och med en torrsvikt från Prop & Vulink (1992) visade det sig att uppehållstiden blev två gånger längre med längd än med vikt i formeln. Längd och vikt går förmodligen inte att korrelera för att nå det verkliga värdet. Prop & Vulink (1992) var enbart ute efter att visa på skillnader över året, inte få fram ett exakt värde på uppehållstiden.

För att inte överskatta införseln av totalkväve och totalfosfor har jag valt ett minimivärde på 1 h för alla arter under vår- och höstrastning. Enligt Prop & Vulinks (1992) uträkningar skall uppehållstiden vara lika stor under vår och höst. För grågås under rugningen har jag trots Prop & Vulinks (1992) förhöjda värden (upp till fyra gånger större än mot hösten), valt att använda samma värde som för vår- och höstrastningen. Deras studie var utförd i arktisk miljö med mossor dominerande i dieten och den typen av begränsning i födan uppkommer inte i Tåkern. Jag har heller inte tagit hänsyn till skillnader mellan arterna beroende på skillnader i kroppsstorlek.

## Totalkväve- och totalfosfortillförsel till Tåkern

De olika gåsarternas tillförsel av näringsämnen till Tåkern per dygn för olika perioder på året redovisas i Tabell 7. Beräkningarna är gjorda efter de i metodavsnittet presenterade formlerna. För att visa hur beräkningarna genomförts, presenteras sädgåsen under våren 1998 som ett exempel. Jag har antagit att fågeln, vid varje tillfälle den spontant är i sjön, tömmer det som finns i matsmältningskanalen. Den tid det tar att tömma en matsmältningskanal (RT) har jag satt till 60 min. Eftersom avföringstakten är angiven per timme, blir antalet spillningar per tillfälle i sjön ( $n_f$ ) lika med spillningstakten (6,3 spillningar/tillfälle för sädgås som ätit av höstsådd säd respektive 12,6 spillningar/tillfälle för sädgås som ätit av vall). Antalet perioder i sjön per dygn för sädgässen under våren är två, vilket ger en dubbling av värdena. Dessa nya värden multipliceras med torrvikten för respektive gröda, (2,16 g/spillning för höstsådd säd respektive 1,19 g/spillning för vall), samt närsalthalten i procent för exempelvis totalkväve i respektive gröda. För höstsådd säd under våren blir det då  $6,3 \cdot 2 \cdot 2,16 \cdot 0,047$  (i enlighet med formel (3)), vilket ger 1,3 g totalkväve/dag. En sädgås som ätit vall under en vårdag tillför 1,5 g totalkväve/dag. Totaltillförseln av näringsämnen beräknas sedan genom att multiplicera med antalet gåsdagar för de olika perioderna och arterna (Tabell 3).

Tabell 7. Totalkväve- och totalfosfortillförsel per dygn för de olika gåsarterna i den här studien.

Art	Period	Totalkväve-tillförsel (g/dag)	Totalfosfortillförsel (g/dag)
Sädgås	Vår, höstsådd säd	1,28	0,118
	Vår, vall	1,49	0,103
	Höst	0,64	0,059
Grågås	Vår, häckande	0,40	0,036
	Vår, ickehäckande	0,79	0,073
	Ruggande	0,20	0,019
	Höst till sista okt	0,79	0,073
	Höst från 1 nov	0,40	0,036
Kanadagås	Vår	0,36	0,112
	Höst	0,18	0,056

Tabell 8. Tillförsel av totalkväve till Tåkern för olika gåsararter. För grågåsen räknas även ruggningsperioden till våren 1998.

Art	Tillförsel totalkväve våren 1998 (kg)	Tillförsel totalkväve hösten 1997 (kg)	Totalt (kg/år)
Sädgås	472	321	793
Grågås	161	240	401
Kanadagås	5	40	45
<b>Summa</b>	<b>638</b>	<b>601</b>	<b>1239</b>

Tabell 9. Tillförsel av totalfosfor till Tåkern för olika gåsararter. För grågåsen räknas även ruggningsperioden till våren 1998.

Art	Tillförsel totalfosfor våren 1998 (kg)	Tillförsel totalfosfor hösten 1997 (kg)	Totalt (kg)
Sädgås	44	30	74
Grågås	15	22	37
Kanadagås	2	13	15
Summa	61	65	126

För den totala tillförseln från sädgås under våren har jag valt de värden som härstammar från höstsådd säd, då det var det dominerande fältvalet. Totalt över året är sädgås den art som bidrar mest till det totalkväve som gässen för in till Tåkern (Tabell 8). Detsamma gäller för totalfosfor (Tabell 9). Sädgåsen tillför mer totalkväve och totalfosfor under våren än under hösten. För de övriga arterna är det tvärtom. För sädgås och grågås beror det mest på skillnaderna i daglig totalkväve- och totalfosforinförsel (Tabell 7). För kanadagåsens del är skillnaderna i antal så stora mellan vår och höst att mest tillförsel sker under hösten.

## DISKUSSION

### Modellens tillförlitlighet

De olika parametrarna i min modell varierar olika mycket, varför de i slutändan påverkar totalvariationen eller felmarginalen olika mycket. Dygnsrytmen och uppehållstiden för födan i matsmältningskanalen är de värden som är känsligast för slutresultatet.

Dygnsrytmen är känslig just för att en fördubbling av antalet vistelser i sjön ger en fördubbling av slutresultatet. Om man bortser från störningar och extremt väder, kan dygnsrytmen vara relativt konstant och beroende på dagslängden (se Nilsson & Persson, 1992). Extremväder kan innebära att gässen antingen stannar på övernattningsplatsen hela dagen eller sover över på betesplatser (Markgren, 1963). Vädret har under studien inte uppvisat sådana extremsituationer. Störningarna är ett svårt kapitel, vilket jag inte tagit hänsyn till i min studie. Lantbrukarna i Tåkerns omgivning stör aktivt gässen. Vid en sådan störning kan större delen av flocken dra ut till sjöområdet och tillbringa runt en halvtimme där. Skulle man räkna med att alla gäss störs en gång per dag, skulle det kunna ge ett tillskott av spillning motsvarande en halv matsmältningskanal per dygn. Vid upprepade störningar verkar dock allt färre och färre dra ner till sjön. För att få ett tydligt svar på hur stor andel totalkväve och totalfosfor som tillkommer via störningar, utöver den tillförsel som jag har räknat ut, måste dock en separat studie göras. Denna studie skulle inrikta sig på att fastställa störningsfrekvens, omfattning, samt gässens beteende under störningen.

Upphållstiden för födan i matsmältningskanalen är viktig för precisionen i modellens beräkningar. Tyvärr är dessa värden behäftade med en betydande osäkerhet, då få mätningar föreligger. Prop & Vulinks (1992) studie av skillnader i uppehållstid över året visade på upp mot 4 ggr så lång uppehållstid under ruvning och ruggning, i jämförelse med de lägsta

värdena under vintern. Eftersom matsmältningskanalen förändrar sig på fåglar som sätts i fångenskap, kan man inte heller göra studier i bur eller med vingklippta individer.

Under våren utnyttjade merparten av gässen höstsådd gröda, vilket minskar risken för fel i beräkningarna beroende på variation i grödans näringsinnehåll. För sommaren och hösten är förhållandena annorlunda, då gässen här utnyttjar olika slags fält för sitt födosök. Jag har i modellen ändå utgått från värdena för höstsådd säd, vilket kan ge upphov till vissa fel.

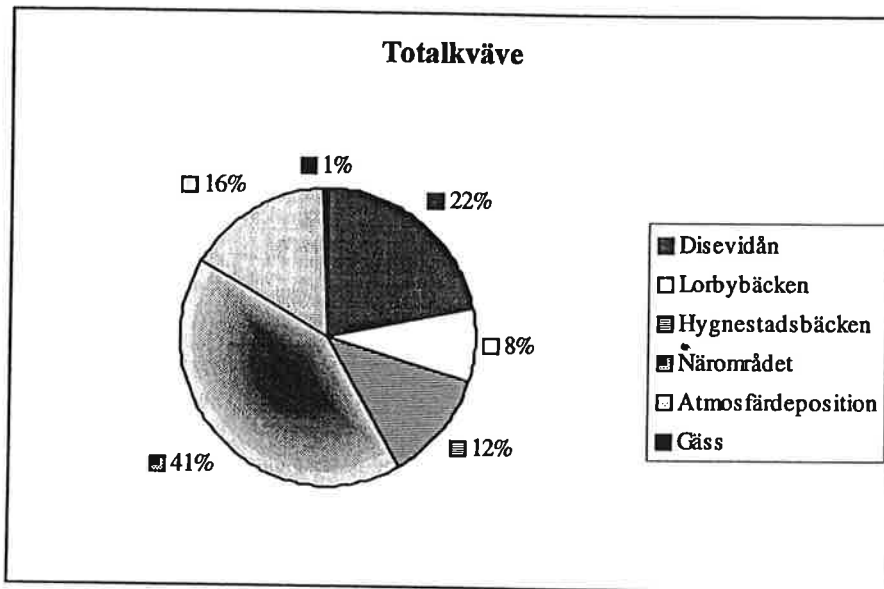
Ebbinge *et al.* (1975) räknade avföring på viloplatsen och visade för vitkindad gås att 16 % av antalet spillningar för ett dygn hamnade på övernattningsplatsen. Rutschke & Schiele (1978/79) har räknat ut för sädgås och november att 35 avföringar (21 % av det totala antalet spillningar för ett dygn) hamnade på övernattningsplatsen. Med min metod kommer jag för sädgås fram till 12 spillningar på våren respektive 6 på hösten. Att basera sin metod på spillningens torrsvikt och spillningstakt är enligt Mitchell & Wass (1995) en sämre metod, än att samla spillning på en given yta under en viss tid. De båda första variabelerna varierar nämligen mycket mer än de båda andra gör. Övernattar gässen på vattnet, som i Tåkern, går det inte att samla avföring från en given yta. Att uppskatta hur mycket avföringar som bildas i en fylld matsmältningskanal har fördel framför att räkna avföring på en övernattningsplats, då gässen kan äta under natten. Denna senare faktor är inte en del av budgeten utan är bara omförflyttningar inom övernattningsplatsen. I Ebbinge *et al.* (1975) studie har dock avföringshögar hittats, vilka motsvarar 16% av antalet spillningar för ett dygn. Det visar att gässen inte förflyttat sig på sovplatsen och därigenom knappast ätit några större mängder föda. Det skulle kunna innebära att den faktiska införseln per dygn är tre gånger större än den här studien visar.

De flesta studier, där man kopplat gåsavföring till vilka fälttyper de går på, rör främst kväve. Man har kunnat visa att de föredrar kväverik föda under de perioder på året (uppväxt och fortplantning) vilka kräver mer fysiologiskt (Sedinger, 1997). Fosfor har man knapp undersökt mer än i ett fåtal arbeten (Manny *et al.*, 1975, 1994; Rutschke & Schiele, 1978/79). Detta beror till stor del på att den mesta forskningen rörterrestra system, där man haft en kvävebegränsning. I limniska system kan man också tänka sig en fosforbegränsning. Vid en större undersökning måste totalkväve- och totalfosforhalt kontinuerligt undersökas i spillningen och gärna kopplas till grödans totalkväve- och totalfosforhalt. Hos gäss varierar kvävehalten kraftigt mellan spillningar, samt inom delprov från en och samma spillning, till följd av halten urinsyra i provet (Bazely & Jefferies, 1985). För fosfors del varierar halten i spillning från svart svan med 20% i förhållande till totalfosforhalten. För kväves del varierar halten med 35% i förhållande till totalkvävehalten (Mitchell & Wass, 1995). Därför är det viktigt att många kväve- och fosforprover tas, samt att de är väl homogeniserade.

Min studie har visat att olika gåsararter tillför Tåkern olika mängd totalkväve och totalfosfor per dag och säsong (Tabell 7.). Kanadagäss tillför exempelvis under hösten ungefär en tiondel så mycket som sädgässen gör under våren. Jämför man med andra arter (häger, skarv, mås, gräsand och stare; Marion *et al.*, 1994), ser man att en art som stare (0,046 g totalkväve/dag respektive 0,0079 g totalfosfor/dag) inte tillför särdeles mycket om man jämför med gässen. En skarv däremot tillför stora mängder fosfor per dag (3,8 g totalfosfor per dag). Värdet på införseln är en kombination av födans sammansättning och fåglarnas beteende. Man måste dock vara observant på om det är intern transport inom sjön eller transport från omgivande områden. Således räknas inte avföring från födosök inom den sjö som är vald för studierna.

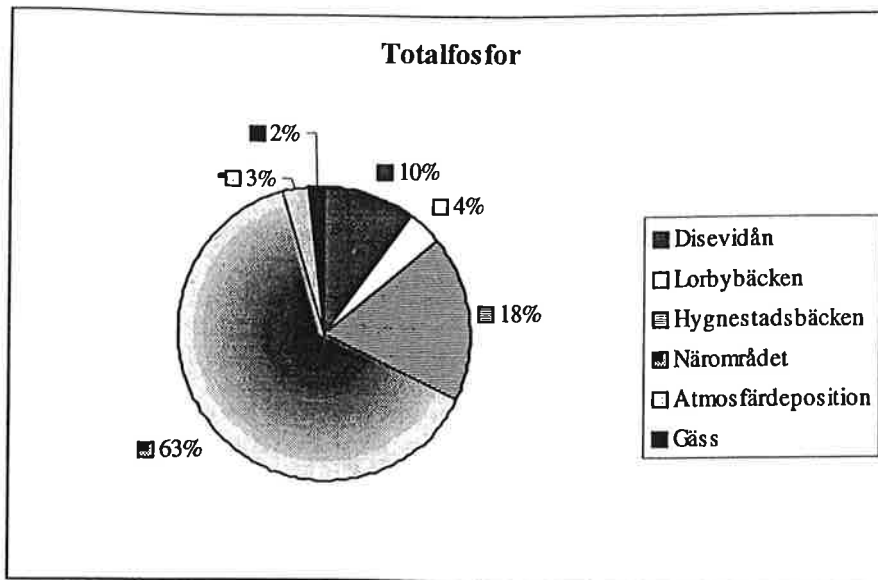
## Totalkväve- och totalfosfortillförsel till Tåkern genom gässen

Gässen tillförde totalt 1239 kg totalkväve (Tabell 8) och 126 kg totalfosfor (Tabell 9) under studieåret 1997/98. Jämfört med andra källor för fosfor och kväve (Claesson, 1998) är gässens andel i procent av den totala tillförseln till Tåkern liten. För totalkvävet del är påverkan ungefär 1 % av den totala budgeten (Figur 6). För totalfosfors del är påverkan 2 % av den totala budgeten (Figur 7). Även om jag skulle underskattat antal avföringar med en faktor tre eller uppehållstiden med en faktor fyra, blir totalkvävetillförseln endast 2 %, medan totalfosfortillförseln blir 7 %.



Figur 6. Tillförsel i procent av den totala budgeten till Tåkern av totalkväve från olika källor. Gäss (den här studien), övriga källor (Claesson, 1998).

Någon utförsel av totalkväve och totalfosfor via gässen sker inte. Mooij (1992) anger visserligen att mängden födosök för bläsgås och sädgås på en övernattningsplats ökar framåt morgonen, vilket kan innebära en viss utförsel. Gässen i Mooijs (1992) studie övernattade emellertid på gräsmark, vilket ger helt andra förutsättningar för nattbete än det är i Tåkern. Flera andra forskare (Markgren, 1963; Ebbinge *et al.*, 1975; Mattocks, 1971) anger att gässen lämnar övernattningsplatserna med magen tom och den första spillningen kommer efter någon timme. I Markgrens (1963) maganalyser av sädgås var magarna nästan tomma hos de som lämnade övernattningsplatsen på morgonen.



Figur 7. Tillförsel i procent av den totala budgeten till Tåkern av totalfosfor från olika källor. Gäss (den här studien), övriga källor (Claesson, 1998).

Gässen har som nämnts inledningsvis varierat i antal över åren. Värdena för hösten 1997-sommaren 1998 stämmer bra överens med hur det såg ut på 1970-talet. Under andra delen av 1980-talet var dock antalet sädgäss tre gånger högre under hösten än under denna studie. För att få en uppfattning om hur mycket sädgässen bidrog till sjöns näringstillförsel då (Figur 2), har jag satt in antalet gåsdagar (1663500) för en höst (1986) i min modell. Under den hösten skulle gässen tillfört sjön 1063 kg totalkväve och 97 kg totalfosfor. Det är ungefär tre gånger så stora summor som för hösten 1997. Grågässen och kanadagässen hade då inte alls den betydelse för antalet gåsdagar, som de har haft under 1990-talets senare del (Figur 3 och 4). Kanadagässen har överlag över åren haft en relativt liten betydelse (15 % av det totala antalet gåsdagar hösten 1997-våren 1998). Även under de år med mycket sädgäss verkar inte tillförseln komma upp i några större mängder. Värt att notera är att långsiktiga förändringar i antalen av exempelvis sädgås under våren får större konsekvenser, än om en liknande förändring skedde under hösten. Det beror som nämnts på stora skillnader i införsel per dygn mellan vår och höst. Då jag använt vårvärden även för hösten, kan det innebära att den verkliga skillnaden är mindre. Dock beror dessa skillnader till största delen på huruvida gässen vilar i sjön en eller två gånger per dygn. För att förstå förändringarna i totalkväve- och totalfosfortillförsel från gässen över åren, behöver man alltså även studera skillnader mellan vår och höst över åren.

Även om man skulle ta in andra tänkbara arter i beräkningen för Tåkern (se Marion *et al.*, 1994), exempelvis sångsvan, simänder, skrattmåsar eller stare, skulle man nog ändå inte kunna komma upp i några betydande mängder av totalkväve- och totalfosfortillförsel via fåglarna till sjön. I de flesta andra studier av fåglars påverkan på vatten, tillför fåglar en relativt liten del till den totala budgeten (Mitchell & Perrow, 1998). I vissa enskilda fall kan det dock röra sig om betydande mängder. Manny *et al.* (1994) har kunnat påvisa att upp mot 70 % av all fosfor och 27 % av all kväve tillfördes deras studiesjö av kanadagås. Post *et al.* (1998) har i sin studie fått liknande siffror på 75 % av all fosfor och 40 % av all kväve. Dessa sjöar har dock en ringa yta (15-50 ha). Rutschke & Schiele (1978/79) har påvisat påverkan av sädgås för

fosfor på 20 % till en sjö med en yta av 600 ha. Om jag skulle ha underskattat mina värden med en faktor tio skulle totalfosfortillförseln komma upp i samma procenttal som i Rutschke & Schieles (1978/79) studie. Tåkern är mycket större än nyss nämnda sjöar. Eftersom gässen är fördelade runt hela Tåkern, får man troligen inte heller några lokala övergödningsproblem inom sjön.

Även om mängden totalkväve och totalfosfor som totalt tillförs Tåkern via gässen är närmast försumbar kan det vara värt att studera ämnenas olika fraktioner. Genom att dela upp mängden kväve och fosfor i olika fraktioner och se vilken sammansättningen är på olika tillförselkällor, kan bilden bli en annan. Andelen löslig form av kväve i spillningen varierar från 34% (Hik & Jefferies, 1990) till 66% (Cargill, 1981 i Cargill & Jefferies, 1984). Efter kläckning kan den vara så hög som 95% (Bazely & Jefferies, 1985). Cargill (1981 i Bazely & Jefferies, 1985) samt Hik & Jefferies (1990) anger att den lösliga fraktionen mest består av ammoniumjoner. För fosfors del finns det bara en studie, på svart svan, där den lösliga reaktiva delen uppgår till 30% (Mitchell & Wass, 1995). Eventuellt skulle den kväve och fosfor som finns i gåsspillning vara mer organiskt lättillgängligt, än den kväve och fosfor som tillkommer från åarna eller genom luften. Gässens övergödningseffekt skulle bli mer direkt än övriga källor, om de senare endast till liten del bestod av organiskt lättnedbrytbart kväve och fosfor. Man skulle kunna få en tillfällig övergödning över året just i samband med rastningen. Följderna skulle kunna bli lokala algbloomingar, då lättlösligt kväve och löslig reaktiv fosfor är direkt åtkomliga för fytoplankton (Mitchell & Wass, 1995). Tyvärr har inte någon fraktionering gjorts för införseln av kväve och fosfor till Tåkern, utan man har i dagsläget endast varit intresserad av de totala mängderna. I det långa loppet spelar det dock inte någon större roll.

## TACK

Tack till Leif Nilsson, som varit min huvudsakliga handledare och gett mig många goda råd.

Tack till Håkan Olsson, som varit den som satt igång hela idén och hjälpte mig söka pengar från Tåkernfonden. Tåkernfonden har således bidragit med pengar för fosfor- och mullhaltsanalyser vilket tackas hjärtligt för.

Karin Sundblad Tonderski, min institutionskontakt, för att ha ställt upp när alla kemiska analyser skulle göras och utvärderas.

Tåkerns fältstation har ställt upp med att räkna gäss varje vecka under vårperioden 1998. Ett stort tack vill jag rikta till alla räknare som offrat morgnarna. Ett speciellt tack till Bengt Andersson, Lars Frölich och Lars Gezelius för att dragit samman räknare och givit mig många goda tips om gässen i Tåkern.

Tack till Åke Andersson för att han skänkte två skjutna sädgäss till studien.

Tack till Matts Claesson för att hela tiden varit redo att diskutera kväve och fosfor i vatten och gäss. Han gav mig också en stunds avkoppling genom att ta med mig ut på ett par vattenprovtagningsveckor åt Länsstyrelsen, vilket jag är tacksam för.

Tack till Eva, för att ha ställt upp tidiga morgnar och för att alltid ha funnits till hands.



## REFERENSER

- Andersson, Å. 1992. Moulting localities for greylag geese in north-west Europe: an update of the status. IWRB Goose Research Group Bulletin 3: 8-13.
- Bazely, D. R. & R. L. Jefferies. 1985. Goose faeces: a source of nitrogen for plant growth in a grazed salt marsh. J. Appl. Ecol. 22: 693-703.
- Bédard, J. & G. Gauthier. 1986. Assessment of faecal output in geese. J. Appl. Ecol. 23: 77-90.
- Bédard, J. & G. Gauthier. 1989. Comparative energy budgets of greater snow geese *Chen caerulescens atlantica* staging in two habitats in spring. Ardea 77: 3-20.
- Blindow, I., G. Andersson, A. Hargeby & S. Johansson. 1993. Long-term pattern of alternative stable states in two shallow eutrophic lakes. Freshwater Biology 30: 159-167.
- Blindow, I., L. Gezelius & A. Hargeby. 1995. Det spirar under vattenytan – undervattensvegetationens utveckling i Tåkern 1994. Vingspegeln 14: 62-69.
- Burton, B. A., R. J. Hudson & D. D. Bragg. 1979. Efficiency of utilization of bulrush rhizomes by lesser snow geese. J. Wildl. Manage. 43(3): 728-735.
- Cargill, S. M. 1981. The effects of grazing by lesser snow geese on the vegetation of an arctic salt marsh. M. Sc. Thesis, University of Toronto, Canada.
- Cargill, S. M. & R. L. Jefferies. 1984. The effects of grazing by lesser snow geese on the vegetation of a sub-arctic salt marsh. J. Appl. Ecol. 21: 669-686.
- Claesson, M. 1998. Fosfor och kvävetransport till sjön Tåkern. Examensarbete, avd. för biologi, Institutionen för fysik och mätteknik, Linköpings Universitet, Linköping.
- Cramp, S. & K. E. L. Simmons. 1977. Birds of the western palearctic. Volume I Ostrich to ducks. Oxford University Press, Oxford.
- Ebbinge, B., K. Canters & R. Drent. 1975. Foraging routines and estimated food intake in Barnacle Geese wintering in the northern Netherlands. Wildfowl 26: 5-19.
- Ebenman, B. 1975. Tåkernbygden – en av Europas viktigaste rastplatser för sädgäss. Sträckförlopp under 1975. Gässens näringsval. Gåsbetningens inverkan på grödor. Meddelande nr 11 Tåkerns fältstation, sidorna 1-9.
- Ebenman, B., H. Persson & L. Nilsson. 1976. Näringsaktivitet och tidsbudget hos övervintrande och rastande sädgäss i Skåne. Anser 15: 185-194.
- Ekstam, U. 1976. Förändringar av fågelfauna och miljö i och vid Tåkern 1850 – 1974. Meddelande nr 12 Tåkerns fältstation, sidorna 6-18.
- Gezelius, L. 1990. Sädgässens antal, fördelning och fältval vid Tåkern. Vingspegeln 9: 36-45.
- Gezelius, L. 1992. Gåsinventeringar. Sidorna 8-10 i Tåkerns Fältstation. Fältarbete 1992. Rapport till Tåkernfonden WWF.
- Gezelius, L. 1996. Gåsinventeringar. Sidorna 6-8 i Tåkerns Fältstation. Fältarbete 1996. Rapport till Tåkernfonden WWF.
- Gezelius, L. 1997. Gåsräkningar under 1997. Tåkerns Fältstation informerar dec – 97, sidan 4.

- Hik, D. S. & R. L. Jefferies. 1990. Increases in the net above-ground primary production of a salt-marsh forage grass: a test of the herbivore-optimization model. *J. Ecol.* 78: 180-195.
- Jacobsson, L. 1979. Gåssträcket vid Tåkern 1979. Meddelande nr 15. Tåkerns fältstation 1979 sidorna 50-52.
- Kear, J. 1963. The agricultural importance of wild goose droppings. <sup>Har redan</sup> Wildfowl Trust Annual Report 14: 72-76.
- Larsson, A. 1982. Vegetation och vattenståndsförhållanden vid Tåkern. SNV PM 1600, Statens Naturvårdsverk, Stockholm.
- Madsen, J. 1985. Relations between change in spring habitat selection and daily energetics of pink-footed geese *Anser brachyrhynchus*. *Ornis Scand.* 16: 222-228.
- Manny, B. A., W. C. Johnson & R. G. Wetzel. 1994. Nutrient additions by waterfowl to lakes and reservoirs: predicting their effects on productivity and water quality. *Hydrobiologia* 279/280: 121-132.
- Manny, B. A., R. G. Wetzel & W. C. Johnson. 1975. Annual contribution of carbon, nitrogen and phosphorus by migrant Canada geese to a hardwater lake. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 19: 949-951.
- Marion, L., P. Clergeau, L. Brient & G. Bertru. 1994. The importance of avian-contributed nitrogen (N) and phosphorus (P) to Lake Grand-Lieu, France. *Hydrobiologia* 279/280: 133-147.
- Markgren, G. 1963. Migrating and wintering geese in southern Sweden. *Ecology and behaviour studies. Acta Vertebratica* 2(3): 299-418.
- Mattocks, J. G. 1971. Goose feeding and cellulose digestion. *Wildfowl* 22: 107-113.
- Mayes, E. 1991. The winter ecology of greenland white-fronted geese *Anser albifrons flavirostris* on semi-natural grassland and intensive farmland. *Ardea* 79: 295-304.
- Mitchell, S. F. & M. R. Perrow. 1998. Interactions between grazing birds and macrophytes. Sidorna 175-196 i E. Jeppesen, M. Søndergaard, M. Søndergaard & K. Christoffersen, eds. *The structuring role of submerged macrophytes in lakes*. Springer Verlag, New York.
- Mitchell, S. F. & R. T. Wass. 1995. Food consumption and faecal deposition of plant nutrients by black swans (*Cygnus atratus* Latham) in a shallow New Zealand lake. *Hydrobiologia* 306: 189-197.
- Mooij, J. H. 1992. Behaviour and energy budget of wintering geese in the Lower Rhine area of North Rhine-Westphalia, Germany. *Wildfowl* 43: 121-138.
- Nilsson, L. 1998a. Internationella sjöfågelräkningarna i Sverige. Sidorna 43-51 i: SOF. Fågelåret 1997. Vår Fågelvärld supplement nr 30, Stockholm.
- Nilsson, L. 1998b. The greylag goose *Anser anser* as a model species for the study of waterfowl breeding ecology. *Acto Zoologica Lituanica, Ornithologia* 8: 20-28.
- Nilsson, L. & H. Persson. 1984. Non-breeding distribution, numbers and ecology of Bean Goose *Anser fabalis* in Sweden. *Swedish Wildlife Res.* 13(1): 107-170.
- Nilsson, L. & H. Persson. 1992. Feeding areas and local movement patterns of post-breeding Greylag Geese *Anser anser* in South Sweden. *Ornis Svecica* 2: 77-90.
- Nilsson, L. & H. Persson. 1998. Field choice of staging Greylag Geese *Anser anser* in relation to changes in agriculture in South Sweden. *Ornis Svecica* 8: 27-39.
- Owen, M. 1975. An assessment of fecal analysis technique in waterfowl feeding studies. *J. Wildl. Manage.* 39(2): 271-279.

- Owen, M., R. L. Wells & J. M. Black. 1992. Energy budgets of wintering Barnacle Geese: the effects of declining food resources. *Ornis Scand.* 23: 451-458.
- Paterson, I. W. 1991. The status and breeding distribution of greylag geese *Anser anser* in the Uists (Scotland) and their impact upon crofting agriculture. *Ardea* 79: 243-252.
- Percival, S. M., W. J. Sutherland & P. R. Evans. 1996. A spatial depletion model of the responses of grazing wildfowl to the availability of intertidal vegetation. *J. Appl. Ecol.* 33: 979-992.
- Persson, H. 1989. Time and energy budgets of wintering Taiga Bean Geese *Anser f. fabalis* in Skåne, South Sweden. Manuskript. Sidorna 161-179 i H. Persson. Food selection, movements and energy budgets of staging and wintering geese on South Swedish farmland. Doktorsavhandling, Ekologinstititionen, Lunds universitet.
- Post, D. M., J. P. Taylor, J. F. Kitchell, M. H. Olson, D. E. Schindler & B. R. Herwig. 1998. The role of migratory waterfowl as nutrient vectors in a managed wetland. *Conservation Biology* 12: 910-920.
- Prop, J. & T. Vulink. 1992. Digestion by barnacle geese in the annual cycle: the interplay between retention time and food quality. *Funct. Ecol.* 6: 180-189.
- Rutschke, E. 1983. Zur ernährung und zum nahrungs und energiebedarf der wildgänze. *Der Falke* 20: 126-131.
- Rutschke, E. & G. Schiele. 1978/79. The influence of geese (Gen. *Anser*) migrating and wintering in the GDR on agricultural and limnological ecosystems. *Verh. orn. Ges. Bayern* 23: 177-190.
- Scheffer, M., S. H. Hosper, M-L. Meijer, B. Moss & E. Jeppesen. 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. *TREE* 8:275-279.
- Sedinger, J. S. 1997. Adaptations to and consequences of an herbivorous diet in grouse and waterfowl. *The Condor* 99: 314-326.
- Sibly, R. M. 1981. Strategies of digestion and defecation. Sidorna 109-139 i C. R. Townsend & P. Calow, eds. *Physiological ecology. An evolutionary approach to resource use.* Blackwell Scientific Publication, Oxford.
- Svensk Standard. 1984. Vattenundersökningar – Bestämning av fosfat i vatten. Utgåva 2. SS 02 81 26.
- Öhrn, B. 1968. Fågelsjöar i mosaiknatur. En naturgeografisk skiss från mellansvenska låglandet med fågelträskan, främst Tåkern, i förgrunden. PA Norstedt & Söners Förlag, Stockholm.

## Opublicerade källor

- Fox, A. D. & J. Kahlert. *In prep.* Adjustments to nitrogen metabolism during wing moult in greylag geese, *Anser anser*.
- Fälldata från Tåkerns fältstation, Microsoft Excel-fil genom Lars Gezelius, Länsstyrelsen Östergötland.
- Lantbruksregistrets jordbruksstatistik, 1995, Microsoft Excel-fil.
- Leif Nilsson, avd. för zoekologi, Lunds universitet, muntligen under exjobbshandledning.