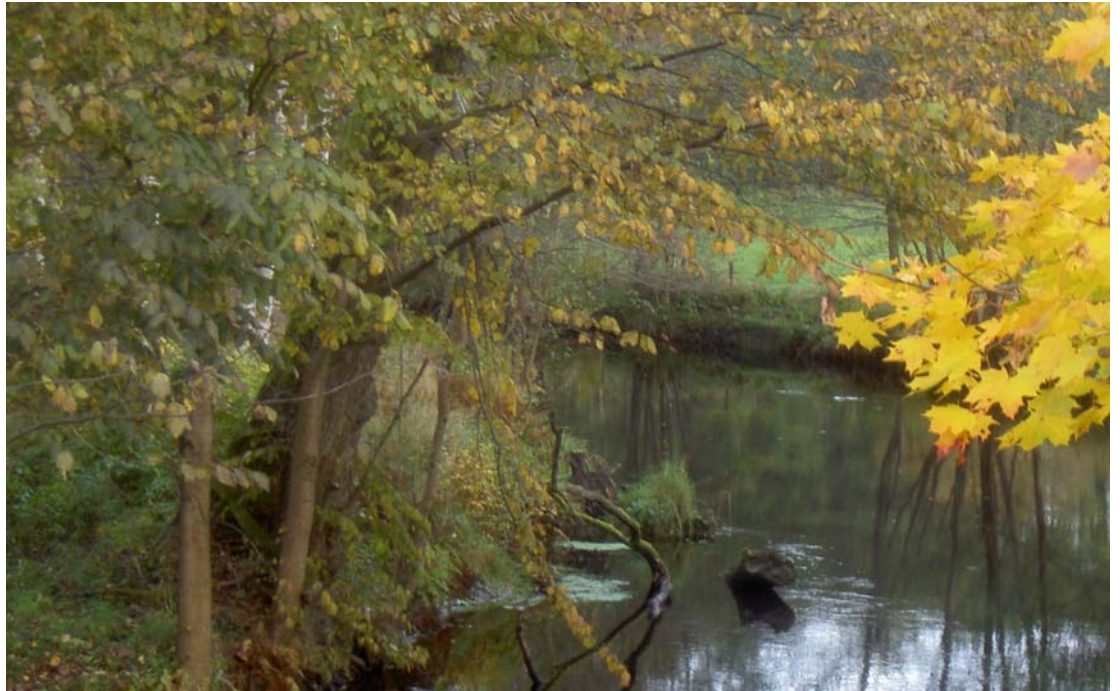


Källfördelning av kväve och fosfor i Kungsbackaåns avrinningsområde



Ingrid Nilsson

Uppsats för avläggande av naturvetenskaplig magisterexamen i
miljövetenskap
30 hp

Institutionen för växt- och miljövetenskaper
Göteborgs universitet

Maj 2008



Förord

Detta examensarbete har gjorts inom det naturvetenskapliga miljövetarprogrammet vid Göteborgs universitet för Melica Miljökonsulter och Kungsbackaåns vattenvårdsförbund. Rapporten kommer att användas av bland annat Miljö- och hälsoskyddskontoret i Kungsbacka kommun.

Att arbeta med kväve- och fosforkällor Kungsbackaåns avrinningsområde har varit mycket roligt och lärorikt. Ämnet har varit intressant och jag har blivit positivt bemött av alla jag varit i kontakt med. Ett stort tack till alla er som hjälpt mig med material på ett eller annat sätt. Jag har många gånger varit helt beroende av er hjälp för att kunna fortsätta med arbetet.

Ett speciellt tack vill jag rikta till:

Min handledare Stefan Bydén som kom med idén och som bistått med kunskap och bra handledning genom hela arbetets gång.

Alla på Miljö- och Hälsoskyddskontoret i Kungsbacka kommun samt Per Söderström på Plan och Bygg som har hjälpt till med material på olika sätt.

Alla i Mölndals kommun som hjälpt till på något sätt och de i Härryda och Marks kommun som kommit med nödvändig information.

Tack också till alla vänner, familj och andra som läst igenom och kommenterat arbetet och till alla som stöttat mig under arbetets gång. Tack till Susanna Mårtensson som hjälpt mig med layouten.

Till sist ett stort tack till min vän Jesus, Gud som blev människa och lever än idag. Tack för allt du gett mig och ger mig varje dag! Tack alla vänner i Landala kapell och på andra håll som bett för mig!

Trevlig läsning!

Ingrid

Sammanfattning

Flera år på Västkusten, däribland Kungsbackaån, uppvisar ökande trender för transporten (ton/år) av både totalkväve och totalfosfor. I Kungsbackaån har mätningar av bland annat totalkväve och totalfosfor gjorts i mer än 20 år. Enligt delmål ett och två av Riksdagens nationella miljömål "Ingen övergödning" skall den antropogena (mänskligt orsakade) transporten av totalkväve minska med 30 % mellan år 1995 och år 2010 och av totalfosfor med 20 %.

Detta arbete behandlar transporten av kväve och fosfor i de nedre delarna av Kungsbackaån för att se om det är något område där transporten ökar mer. Områdena som jag undersökt är P9 del (området mellan Västra Ingsjöns utlopp och Lindome tätort), P12 (Lillån) och P13 del (området mellan Lindome tätort och Heden samt området nordväst om Lindome tätort). Genom att använda en källfördelningsmodell har jag försökt identifiera de viktigaste kväve- och fosforkällorna i varje område. Jag har även tittat på åtgärder för att minska tillförseln av kväve och fosfor.

Inget av de områden som jag undersökt på uppvisar några tydligt ökande eller minskande transporttrender. Transporten av totalkväve verkar vara ett problem i alla delar av avrinningsområdet, men kanske framför allt i P9 del. Vad gäller transporten av fosfor är det svårare att säga något säkert, eftersom transporterna av detta ämne kan variera mycket, möjligtvis kan det vara så att tillförseln av detta ämne framförallt sker i P13 del. Eftersom trenderna inte var tydliga kan det vara bra att sätta in åtgärder i alla områdena. Resultatet för beräkningarna av miljömålet visar att åtgärder för att minska tillförseln av både kväve och fosfor behöver sättas in om målet skall nås.

Det finns flera, både naturliga och antropogena (mänskligt orsakade) kväve- och fosforkällor. De mest betydelsefulla, antropogena källorna bedöms vara åkermark och enskilda avlopp. Även Mölndals Golfklubb och området nordväst om Lindome tätort kan vara av betydelse. Ett ökat antal djur i avrinningsområdet bedöms påverka transporten av kväve och fosfor negativt genom att de kan trampa upp marken intill ån och på så sätt öka erosionen. Den stallgödsel som produceras behöver tas om hand och användas effektivare för att undvika läckage av kväve och fosfor. Ökad nederbörd är en faktor som ingen kan styra över och som kan påverka transporten av kväve och fosfor negativt. Om åtgärder skall sättas in föreslås att fokus läggs på de källor som ligger nära ån, eller nära ett biflöde, och då framförallt på jordbruket, enskilda avlopp och Mölndals golfklubb. Det är även bra att se till att djuren inte tillåts gå och beta hela vägen ner till ån.

Summary

Several streams on the West coast, among them the Kungsbacka stream, show increasing transport (tons/year) of total nitrogen and total phosphorous. Total nitrogen and total phosphorous have been measured for more than 20 years in the Kungsbacka stream. The national environmental goal “no eutrophication”, established by the Swedish parliament says that the anthropogenic (sources caused by human beings) nitrogen shall be reduced with 30 percent between 1995 and 2010 and the anthropogenic phosphorous with 20 percent.

This report contains information about the transport of nitrogen and phosphorous in the lower parts of the Kungsbacka stream, I have tried to determine if the transport increases more in some parts. The areas that I have analyzed are called “P9 part” (the area between the outflow of Västra Ingsjöns utlopp and Lindome population centre), “P12” (Lillån) and “P13 part” (which include the area between Lindome population centre and Heden and the area northwest of Lindome population centre). I have used a model to try to identify the most important sources of nitrogen and phosphor in each area. I have also examined different actions to prevent the supply of nitrogen and phosphorous.

None of the areas that I have examined shows clear trends of reducing or increasing transport of total nitrogen or total phosphorous. The transport of total nitrogen seems to be a problem in every part of the run-off area that I have studied, but perhaps the problem is more evident in “P9 part”. It is difficult to say something about the transport of total phosphorous, since the transport of this substance can vary much. Possibly most of the phosphorous will be supplied in P13 del. Since the trends of the transport were not clear, it might be a good idea to take action in all of the areas. The results from calculating the environmental goal “no eutrophication” shows that actions need to be taken in terms of reducing the supply of both nitrogen and phosphorous if it should be possible to reach the goal.

There are several, both natural and anthropogenic sources of nitrogen and phosphorous and the most important, anthropogenic sources have been judged to be farming and sewers from private households. There are also two other sources that have been judged to be of importance, Mölndal’s golf club and the area northwest of Lindome population centre. If the number of animals in the run-off area increases, it is possible that the transport of nitrogen and phosphorous also increases if the animals are allowed to graze all the way down to the stream since this will increase the erosion. Dung from animals needs to be taken care of and it has to be used in a proper way to avoid leaching of nitrogen and phosphorous. An increasing amount of rainfall is a factor that no one can control but which may have a negative influence on the transport of nitrogen and phosphorous. If actions to reduce transport of nitrogen and phosphorous are to be taken it is a good idea to focus on the sources which are located near the stream or near an inflow, above all the farming, sewers from private households and Mölndal’s golf club. It is also beneficial if animals are not allowed to graze all the way down to the stream.

Innehållsförteckning

1 Inledning	5
1.1 Transporttrender av näringsämnen i åar på Västkusten	5
1.2 Syfte	6
1.3 Avgränsning	7
1.4 Frågeställningar	7
2. Material och Metod	7
2.1 Information från skrivet material	7
2.2 Transportberäkningar	7
2.3 Beräkning av Miljömålet	8
2.4 Utredning av kväve- och fosforkällor	8
2.4.1 Växtnäring – en beräkningsmodell	8
2.4.2 Ändringar i modellen	9
2.4.3 Indata till modellen	10
3 Resultat	10
3.1 Transportberäkningar	10
3.1.1 Provpunkt 9 (P9 och P9 del)	10
3.1.2 Provpunkt 12 (P12)	12
3.1.3 Provpunkt 13 (P13 och P13 del)	12
3.1.4 Sammanfattat resultat av transportberäkningarna	14
3.2 Miljömålet ”Ingen övergödning”	15
3.2.1 P9	15
3.2.2 P12	16
3.2.3 P13	17
3.2.4 Sammanfattat resultat från Miljömålet ”Ingen övergödning”	17
3.3 Utredning av kväve- och fosforkällor	18
3.3.1 P9 del	18
3.3.2 P12	20
3.3.3 P 13 del	22
3.3.4 P 13	24
3.3.5 Sammanfattat resultat från utredningen av kväve- och fosforkällorna	25
3.4 Beskrivning av de största närsaltskällorna	27
3.4.1 Åkermark	27
3.4.2 Enskilda avlopp	29
3.5 Faktorer som kan påverka tillförseln av närsaltskällor	30
3.5.1 Retention	30
3.5.2 Nederbörd	30
3.6 Scenarier	31
3.6.1 Scenario 1 – Förbättringar i jordbruket och förändrad åkermarksanvändning	31
3.6.2 Scenario 2 – Enskilda avlopp	31
3.6.3 Scenario 3 – Ökat vattenflöde	32
3.6.4 Sammanfattat resultat från scenarierna	32
4 Diskussion	33
5 Slutsatser	35
6 Referenser	36
7 Bilagor	41

1 Inledning

1.1 Transporttrender av näringsämnen i åar på Västkusten

Kungsbackaåns avrinningsområde är 303 km² stort och ligger i Härryda, Mark, Mölndal och Kungsbacka kommuner. Ån kallas fram till Lindome även för Lindomeån. Nedströms Lindome är Lillån det viktigaste tillflödet. Området består i norr av barrskog, tunna jordar, svårvittrade bergarter och näringsfattiga sjöar medan andelen ängs- och jordbruksmark ökar nedströms. Kungsbackaåns vattenvårdsförbund har i över 20 år tagit prov av totalkväve (tot-N) och totalfosfor (tot-P) i ett antal provpunkter. I dagsläget tas det prover i tio punkter (se Figur 1) (Kungsbacka kommun, 2006).

Med tot-N menas allt kväve som finns löst, organiskt och oorganiskt samt kväve uppbundet i partiklar och biomassa. Koncentrationen av tot-N varierar inte så mycket under året. Tot-P utgörs av summan av löst organiskt fosfor, polyfosfater (förekommer t.ex. i tvättmedel), löst organiskt fosfor samt partikulärt bundet organiskt och oorganiskt fosfor (Bydén et al., 2003). Transporten av fosfor kan variera mycket, både i tid och i rum (Ulén, 2005).

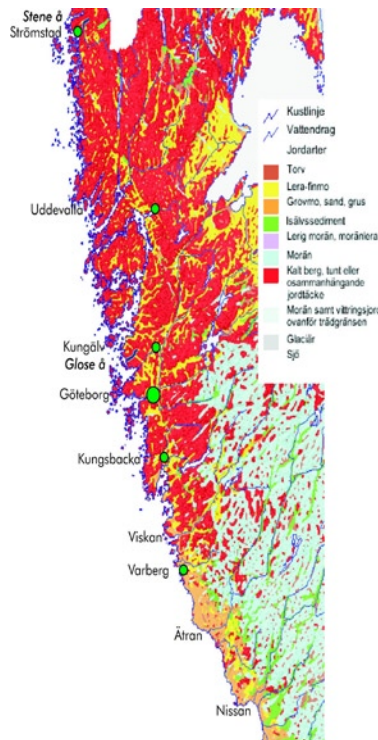
Transporten av både tot-N och tot-P i ton/år till havet beräknas med hjälp av koncentrations- och flödesvärden och transporttenden för tot-P har ökat under perioden 1990-2006 i Kungsbackaån, samtidigt som den varit sjunkande i Nissan, Ätran och Viskan. Trenden för tot-N minskade under samma period i Ätran och Viskan men ökade i Kungsbackaån och Nissan. Kungsbackaån representerades av mätvärden från P13.1 (se Figur 1), den provpunkt som ligger närmast åns mynning i Kungsbackafjorden, nedströms Hammargårds reningsverk. (Kungsbacka kommun, 2006).



Figur 1. Karta över Kungsbackaåns avrinningsområde med alla provpunkter markerade (Kungsbacka kommun, 2006).

Delmål ett och två av Riksdagens Miljömål ”Ingen övergödning” innebär att de av mänsklig aktivitet (antropogent) orsakade transporter av tot-N och tot-P till havet skall ha minskat med 30 % för tot-N och 20 % för tot-P från 1995 års nivå till år 2010 (Miljömålsportalen, 2007).

I 32 Bohusländska bäckar, från Stene å i norr till Glose å i söder (se Figur 2) ökade totalkvävetransporten med mer än 50 % i åtta av dem under perioden 1996-2003. I elva år ökade transporten med mellan 20 och 50 % och i fem med upp till 20 %. Transporten av totalfosfor ökade med mellan 20 och 50 % i sju av dem. I nio av åarna ökade transporten med upp till 20 %. Den vanligaste trenden var att transporten av totalkväve ökade medan totalfosfortransporten minskade och så var fallet i tolv bäckar. En ökning av både totalkväve - och totalfosfortransporten skedde i nio bäckar, medan transporten av de båda ämnena minskade i två av bäckarna (Lagesson et al., 2005). För Kungsbackaån ökade totalkvävetransporten med ca 26 % och fosfortransporten med ca 18 % under samma period (Kungsbacka kommun, 2006). Geologin i Kungsbackaåns avrinningsområde påminner om den i Bohuslän, medan geologin förändras söder om Kungsbackaåns avrinningsområde (se Figur 2).



Figur 2. Digitala jordartskarta (skala 1:1 000 000) över Västkusten (Sveriges Geologiska Undersökningar, 2008).

1.2 Syfte

Syftet med denna studie är att undersöka transporttrenden för totalkväve och totalfosfor i Kungsbackaån för att se om trenderna skiljer sig mellan olika sträckor och om det ökar mer på någon sträcka. En utredning av vilka kväve- och fosforkällor som finns kommer också att göras. Fokus i detta arbete kommer att läggas på de största antropogena källorna. En kort diskussion kring hur de största källorna skulle kunna åtgärdas kommer också att föras.

1.3 Avgränsning

Jag kommer att avgränsa arbetet till följande tre mätpunkter:

- Provpunkt 9 (P9) Nedströms Lindome,
- Provpunkt 12 (P12) Lillån,
- Provpunkt 13 (P13) Heden.

P9 del är benämningen på delavrinningsområdet mellan Västra Ingsjöns utlopp och Provpunkt 9. P13 del motsvarar delavrinningsområdet mellan Provpunkt 9, Provpunkt 12 och Provpunkt 13 (se Kartbilaga A). För transport- och miljömålsberäkningarna kommer jag att avgränsa mig till åren 1995-2006. För att utreda vilka fosfor- och kvävekällor som finns kommer jag att använda mig av Växtnäring – en beräkningsmodell (Wennerblom, Kvarnäs, 1990). Indata till denna kommer i huvudsak från år 2004, alternativt har den mest aktuella informationen använts.

1.4 Frågeställningar

- Hur ser transporttrenden för totalkväve och totalfosfor ut i P9, P9 del, P12, P13 och P13 del?
- Är det möjligt för Kungsbackaån att nå delmål ett och två av Riksdagens miljömål ”Ingen övergödning”?
- Vilka kväve- och fosforkällor finns i de tre delavrinningsområdena?
- Hur kan mer nederbörd inverka på transporten av totalkväve och totalfosfor?
- Vilken betydelse kan ett ökat antal djur väntas få på transporten av totalkväve och totalfosfor?
- Vad kan göras för att minska transporten av totalkväve och totalfosfor?

2. Material och Metod

2.1 Information från skrivet material

Jag har i mitt arbete huvudsakligen hämtat information från Internet och rapporter från bland annat Naturvårdsverket. Information har även hämtats från Kungsbackaåns Vattenvårdsförbunds arkiv samt från Mölndals och Kungsbacka kommuner.

2.2 Transportberäkningar

Transportberäkningar har gjorts, och redovisas för P9, P9 del, P12, P13 och P13 del. För att beräkna transporten har jag använt mig av mätvärden från Kungsbackaåns Vattenvårdsförbund. Dessa finns tillgängliga i en excelfil på förbundets hemsida (Kungsbackaåns vattenvårdsförbund, 2007). Flödet är baserat på SMHI's pulsberäkningar och har hämtats från respektive årsrapport (SMHI's pulsberäkningar, 1995-1999; 2001-2006). För P13 saknades mätvärden för några år, liksom flödet för år 2000 i alla punkter och dessa värden har jag fått från Lars Stibe på Hallands länsstyrelse (via mail, 2007a,b).

Provtagningar har gjorts en gång i månaden i P9, P12 och P13. I P5 har mätningar gjorts en gång varannan månad. Jag har gått igenom dessa data för att kontrollera att de verkar rimliga. Två mätvärden som jag tyckte var orimliga har tagits bort (se avsnitt 3.1.1 Provpunkt 9 (P9 och P9 del)). Flödesvärden finns för P5, P12 och P13. Flödet i P9 har räknats fram utifrån flödet i P13 enligt föl-

jande: Flödet (P9) = 0,812 * Flödet (P13). Denna uträkning baseras på att flödet i både P13 och P9 mättes år 1991-1994 (Kungsbacka kommun, 1994) och flödet i de båda punkterna följde då varandra relativt väl.

För P9, P12 och P13 har respektive månadshalt multiplicerats med respektive månads vattenföring. Månadstransporten har sedan summerats ihop för varje år med undantag för P9 och P12 år 1997 samt för P5. För dessa har en årsmedelhalt multiplicerats med ett årsmedelflöde, eftersom jag inte hade tillgång till alla mätvärden för P9 och P12 år 1997 och eftersom prov inte tas i P5 varje månad. Årsmedelvärden av flöden, koncentrationer och transporter finns i Bilaga A.

2.3 Beräkning av Miljömålet

Miljömålet ”Ingen övergödning” redovisas för P9, P12, P13 och jag har använt *Växtnäring – en beräkningsmodell* (Wennerblom, Kvarnäs, 1990) (se avsnitt 2.4) samt värden från transportberäkningarna för att räkna fram det.

För att räkna fram mängden naturligt tillfört kväve och fosfor har jag antagit att markanvändningen varit konstant sedan 1995. Genom att ange flödet för varje år i *Växtnäring – en beräkningsmodell* (Wennerblom, Kvarnäs, 1990) har jag fått en siffra på mängden naturligt tillfört kväve och fosfor för P9 del, P12 och P13 del.

Andelen naturligt tillfört kväve och fosfor i P9 del + P12 + P13 del är enligt modellen 18 % för kväve och 31 % för fosfor och för att få fram mängderna naturligt tillfört kväve och fosfor från P5 har jag använt den fördelningen på transportvärdena från P5.

För P17 har jag antagit att 6 % av transporten av totalkväve i P13 och 5,2 % av totalfosfortransporten kommer härifrån. Denna fördelning är den fördelning som var år 2006. Fördelningen mellan naturlig och antropogen transport i P17 har antagits vara samma som för P5.

Summan av transportberäkningarna minus den beräknade naturliga transporten har antagits vara den antropogena transporten.

Miljömålet innebär 30 % minskning av den antropogent orsakade totalkvävetransporten och 20 % minskning av den antropogent orsakade totalfosfortransporten (Miljömålsportalen, 2007). Jag har valt att räkna ut tre olika miljömål. Ett som har baserats på 1995 års värden (Miljömålsportalen, 2007), ett som baserats på 1996 års värden, då flödet var lägre än normalt (Kungsbacka kommun, 1996), och ett som baseras på medelvärde för åren 1995-1998.

2.4 Utredning av kväve- och fosforkällor

Tord Wennerblom och Hans Kvarnäs *Växtnäring – en beräkningsmodell* (Wennerblom, Kvarnäs, 1990) har använts för att uppskatta kväve- och fosforkällorna i avrinningsområdena.

2.4.1 Växtnäring – en beräkningsmodell

Modellen uppskattar grovt de viktigaste källorna för totalkväve och totalfosfor

och är avsedd för områden som är ett par km² stora. Modellens värden anger tillförseln till sjöar och vattendrag i ton/år och källornas geografiska placering i avrinningsområdena har stor betydelse, eftersom ingen hänsyn tas till retentionen (se avsnitt 3.5.1 Retention). Detta gör att modellens framräknade transport bör överskrida den som sker i verkligheten. (Löfgren, Olsson, 1990).

Tillskottet av näringsämnen från åkermark baseras på mätvärden från perioden 1975-88 och är därmed beroende av de jordbruksmetoder som användes då. I modellen antas kvävetillförseln från åkermark vara större i den södra regionen, i vilken bl.a. Västkusten ingår. Tillförseln från åkermark blir mer säker om uppgifter finns på vilka grödor som odlas på olika jordar och i åkermark ingår även t.ex. ängsmark (Löfgren, Olsson, 1990). Modellen räknar inte med någon minskad tillförsel av fosfor om åkermarken är vintergrön (Wennerblom, Kvarnäs, 1996).

För skog antas kvävetillförseln vara större från bördig skog och det antropogena bidraget härifrån beror bland annat på skogsbruksåtgärder såsom avverkning och gödsling (Wennerblom, Kvarnäs, 1996). All tillförsel av näringsämnen från myrmark och övrig mark antas i modellen vara naturlig. Vad gäller stallgödsel antas 0,5 % av näringsämnena i gödseln läcka ut (Wennerblom, Kvarnäs, 1996).

Tillförsel av kväve och fosfor kan uppkomma genom erosion, resuspension eller då sediment frigörs på annat sätt. Eftersom dessa processer är tillfälliga och varierande är de svåra att kvantifiera och lokalisera, och erosionsförluster underskattas därför i modellen, vilket framförallt bidrar till en underskattning av fosfortillförseln (Löfgren, Olsson, 1990).

2.4.2 Ändringar i modellen

Under fliken ”INMATNING” i modellen har jag angett att andelen personekvivalenter (pe) som använder fosforfria diskmedel är 98 %. Fördelningen mellan olika avloppslösningar har ändrats i P9 del, P13 del och P13 till 33 % enbart slamavskiljning, 46 % slamavskiljning och infiltrationsläggning samt 21 % slamavskiljning och markbädd (Ejhed et al, 2004) . För P12 har fördelningen satts till 30 % enbart slamavskiljning, 52 % slamavskiljning och infiltrationsanläggning och 18 % slamavskiljning och markbädd utifrån uppgifter från Bodil Forsberg-Aronsson (via mail, 2008).

I de fall jag behövt räkna om antalet djur till djurenheter har jag använt mig av uppgifter om vad som angetts som en djurenhet enligt Förordning 1998:899. I P12 finns en mjölkbonde och 100 % av avloppsvattnet från hans mjölkkrum går till gödsel/urinbehållare (Pehr Hansson, 2007).

Under fliken ”Punktkällor” i modellen har jag ändrat mängden kväve och fosfor som producerats per djurenhet till 100 kg N/de och år och 13 kg P/de och år (Förordning 1998:899). Utsläppen per person från enskilda avlopp har ändrats till 13, 5 g N/person och dygn och 2,1 g P/person och dygn (Sonesten et al., 2004). Reduktionen av fosfor i infiltrationsanläggningar har ändrats från 95 % till 80 %, eftersom jag ansåg att 95 % reduktion var för hög.

I modellen, under fliken ”Arealförluster” har jag ändrat kväveläckaget från åkermark från ”mellansverige” till ”södra Sverige”.

2.4.3 Indata till modellen

För att avgränsa mina delavrinningsområden har jag utgått från Stefan Bydéns karta (Se Kartbilaga A). Jag har även använt mig av Vattenmyndighetens vattenkarta (Vattenmyndigheten, 2007) som stämde väl med Bydéns karta förutom för P13 del, och därför ritade jag om avrinningsområdet för P13 del i ett digitalt kartprogram, så att det motsvarade Bydéns karta. Att rita om delavrinningsområdet för P13 del förändrade markarealsuppgifterna, men punktkällorna ändrades obetydligt. Totala arealen och markarealerna har tagits fram av Per Söderström på Plan & Bygg i Kungsbacka kommun utifrån digitalt kartmaterial från respektive kommun (Lantmäteriet, 2007a-c; Marks kommun 2007; Vattenmyndigheten, 2007). I rapporten refereras markanvändning och markarealer till Per Söderström. För att se hur jag delat upp markanvändningen i olika kategorier, se Bilaga B.

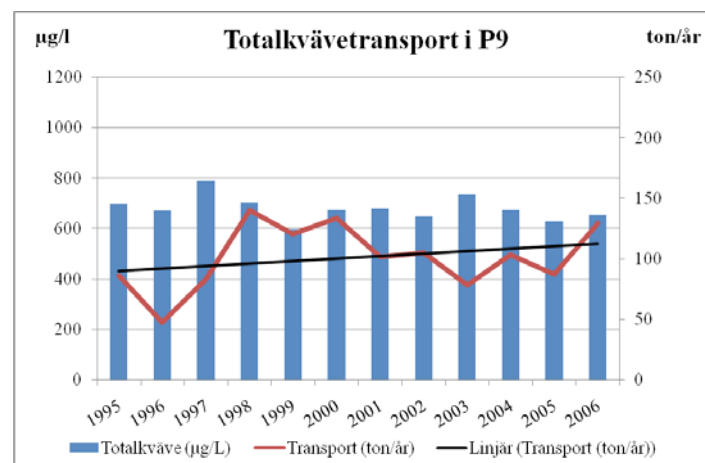
Uppgifter om antal djur, djurenheter, enskilda avlopp och övriga verksamheter har jag fått från respektive kommun muntligt, via mail, från Lantmäteriets karta över adresspunkter (lantmäteriet, 2007d) eller från kommunernas arkivsystem. Antalet fastigheter har multiplicerats med 2,75 för att få antalet personekvivalenter (pe). Alla fastigheter har antagits vara åretruntboende. Information om flödet är baserade på SMHI’s pulsberäkningar och har hämtats från Årsrapporten för år 2004 (SMHI’s pulsberäkningar, 2004). En sammanställning av alla indata till modellen finns i Bilaga B.

3 Resultat

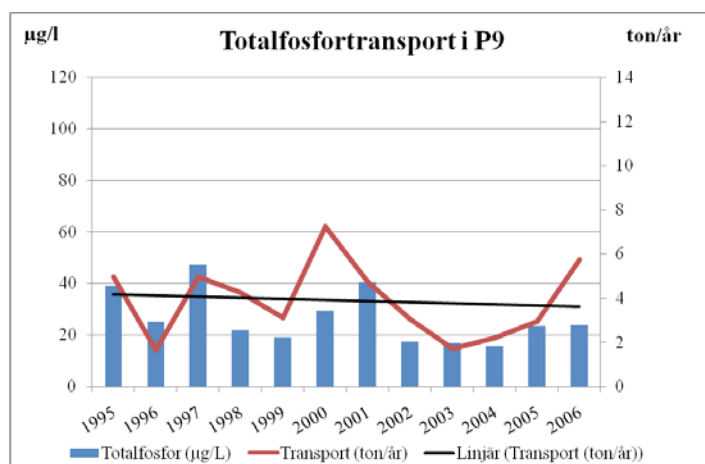
3.1 Transportberäkningar

3.1.1 Provpunkt 9 (P9 och P9 del)

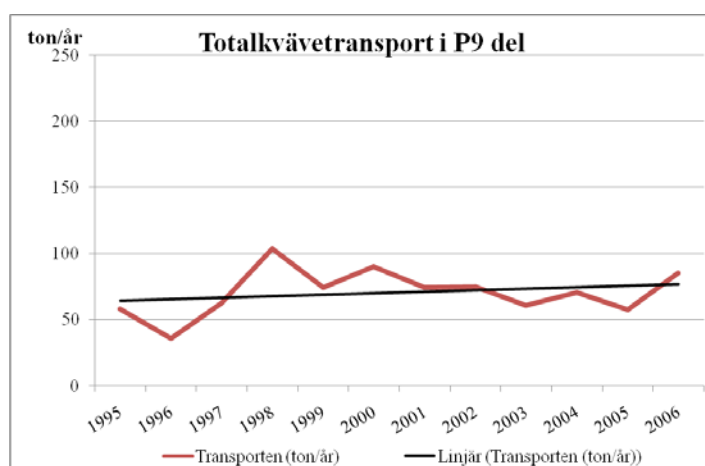
Provpunkt 9 (P9) ligger nedströms Lindome tätort och avrinningsområdet innefattar området fram till P5 samt området mellan P5 och P9. P9 del utgörs av området mellan P5 och P9 (se Kartbilaga A).



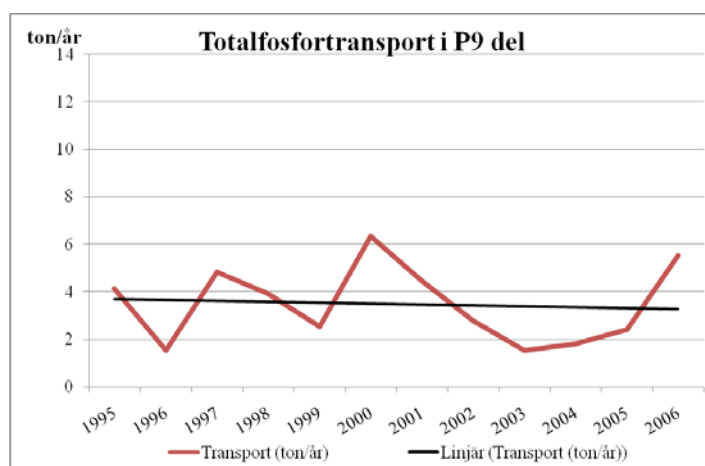
Figur 3a. Totalkvävetransport i P9.



Figur 3b. Totalfosfortransport i P9



Figur 3c. Totalkvävetransport i P9 del.



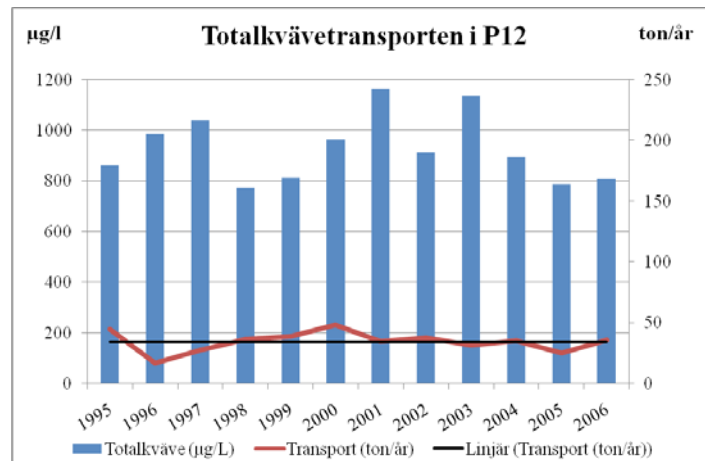
Figur 3d. Totalfosfortransport i P9 del

Av halterna i P9 har mätvärdet för totalkväve i maj 2001 tagits bort, eftersom jag ansåg att det var orimligt lågt. Av totalfosforhalterna i P5 har ett mätvärde från mars 1997 tagit bort, eftersom jag ansåg att det var orimligt högt. Totalkvävetransporten (se Figur 3a) i P9 ökar medan transporten av totalfosfor (se Figur

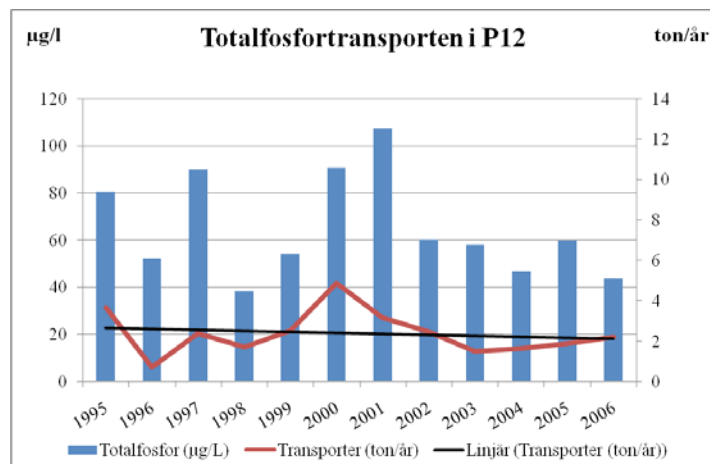
3b) minskar något. Transporterna varierar också en del mellan olika år. För P9 del ökar totalkvävetransporten något (se Figur 3c) medan totalfosfortransporten (se Figur 3d) minskar något, men det är inga tydliga trender.

3.1.2 Provpunkt 12 (P12)

Provpunkt 12 (P12) ligger i Lillån strax innan denna mynnar i Kungsbackaån och avrinningsområdet motsvarar Lillåns avrinningsområde (se Kartbilaga A).



Figur 4a. Totalkvävetransporten i P12.

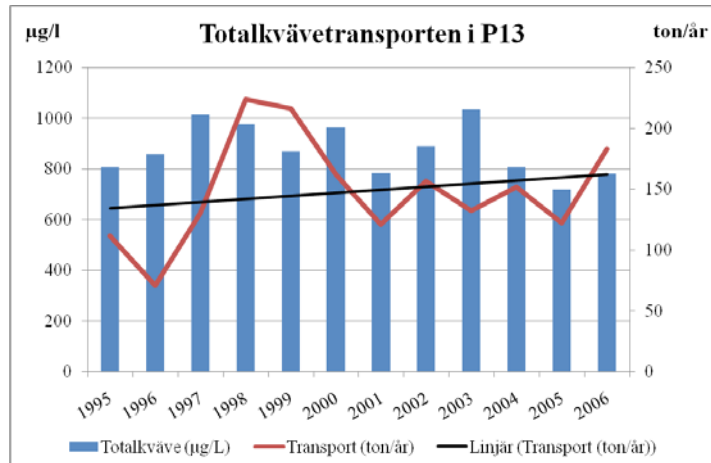


Figur 4b. Totalfosfortransporten i P12.

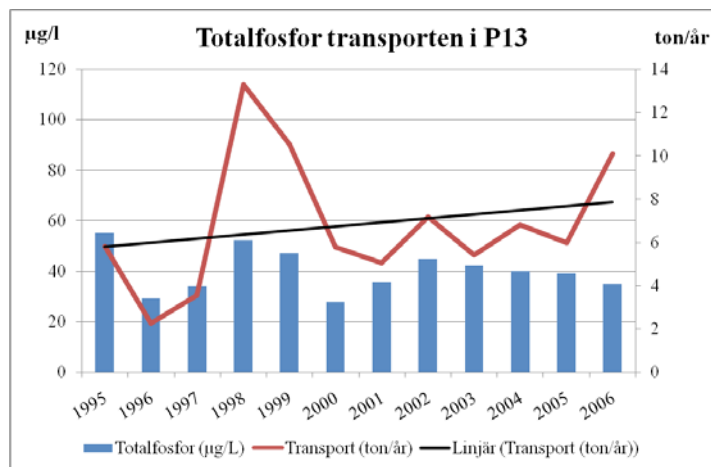
Resultatet visar att totalkvävetransporten (se Figur 4a) inte förändras över tidsperioden, transporten varierar inte heller speciellt mycket mellan olika år. Totalfosfortransporten (se Figur 4b) varierar inte så mycket som i P9 mellan åren och trenden för hela tidsperioden är svagt avtagande.

3.1.3 Provpunkt 13 (P13 och P13 del)

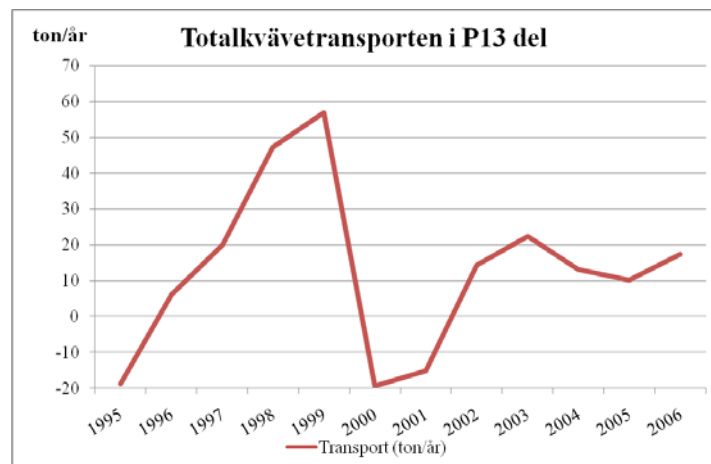
Provpunkt 13 (P13) ligger vid Heden, strax norr om Kungsbacka tätort. Avrinningsområdet omfattar området fram till P5, området mellan P5 och P9, området fram till P12, området fram till P17 samt området mellan P9 och P13. P13 del innefattar området från P9 och P12 fram till P13, dvs. även P17 (se Kartbilaga A).



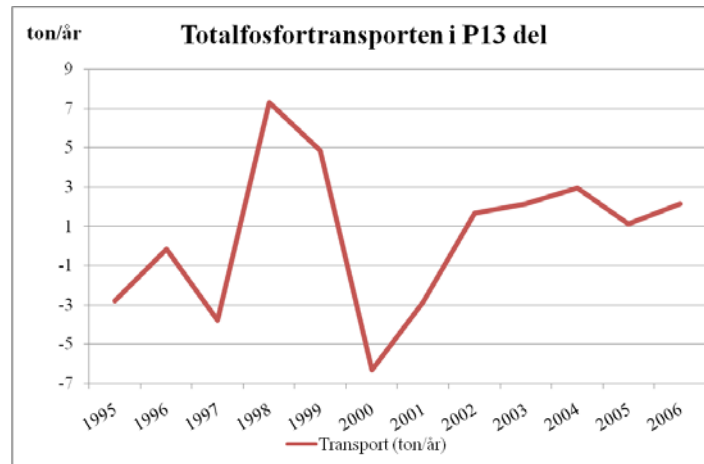
Figur 5a. Totalkvävetransporten i P13.



Figur 5b. Totalfosfortransporten i P13.



Figur 5c. Totalkvävetransporten i P13 del (notera att skalan på y-axeln är avvikande jämfört med de andra totalkvävetransportfigurerna).



Figur 5d. Totalfosfortransporten i P13 del (notera att skalan på y-axeln är avvikande jämfört med de andra totalfosfortransportfigurerna).

Resultatet för P13 (se Figur 5a och 5b) visar på en ökning av både totalkväve- och totalfosfortransporten. Transporten av både totalkväve och totalfosfor varierar mellan åren, liksom för P9. För P13 del (se Figur 5c och 5d) är transporten negativ för några år, och jag vet inte säkert varför så många värden är negativa. Det bör ej ske så stor retention att det skulle ge negativa transportvärden. En möjlig förklaring till de negativa värdena kan vara att flödet i P9 överskattats vilket lett till en överskattad transport i P9. Med tanke på att värdena blev så konstiga för P13 del vill jag inte dra några slutsatser från figur 5c och 5d. Eftersom fosfortransporten är avtagande i P9, P9 del och P12 men ökar för P13 kan man misstänka att ett betydande tillskott kommer på sträckan mellan P9 och P13 samt på sträckan mellan P12 och P13.

3.1.4 Sammanfattat resultat av transportberäkningarna

Resultatet av transportberäkningarna visar att trenderna är relativt svaga med undantag för totalkväve i P9 samt totalkväve och totalfosfor i P13. Vad gäller totalkvävetransporten tycker jag inte det går att tydligt avgränsa problemet till något specifikt område, utan det verkar vara problem i alla tre delavrinningsområdena men framförallt i P9 del och P12. Ökande transporter av totalfosfor kan vara ett problem i P13 del. I Tabell 1 har jag sammanfattat de beräknade transporterna för år 2004 som jag kommer jämföra med transportvärden från modellen.

Transport (ton år 2004)

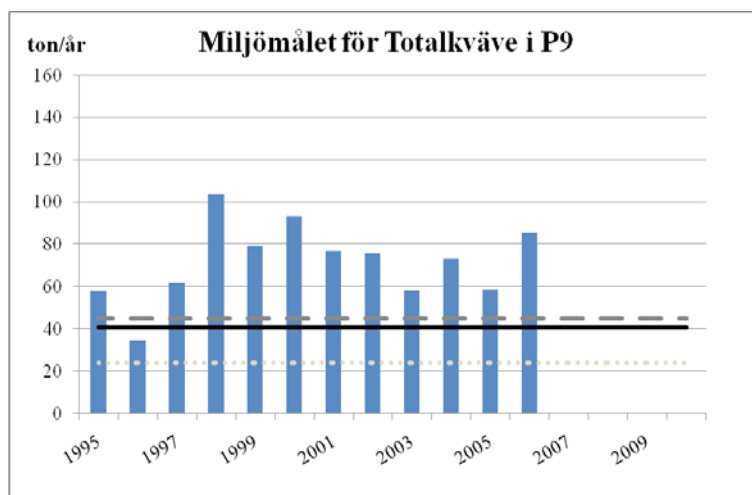
	Totalkväve	Totalfosfor
P9, del	70,6	1,8
P12	35,1	1,7
P13, del	13,1	3,0
P13	151,5	6,8

Tabell 1. Transport av totalkväve och totalfosfor i ton/år 2004.

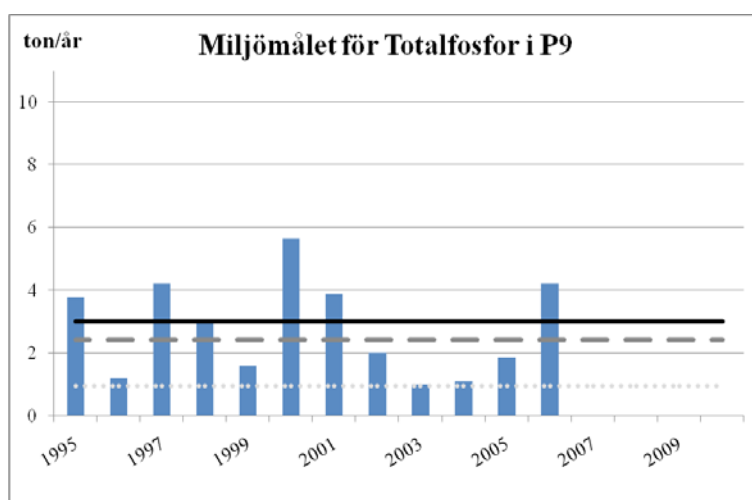
3.2 Miljömålet ”Ingen övergödning”

I nedanstående avsnitt redovisas miljömålet för Tot-N och Tot-P. Staplarna i Figur 6a – 8b representerar den antropogent orsakade transporten. Heldragen linje representerar miljömålet baserat på 1995 års värden. Prickad linje är baserad på 1996 års värden och streckad linje är miljömålet baserat på ett medelvärde för åren 1995-1998.

3.2.1 P9



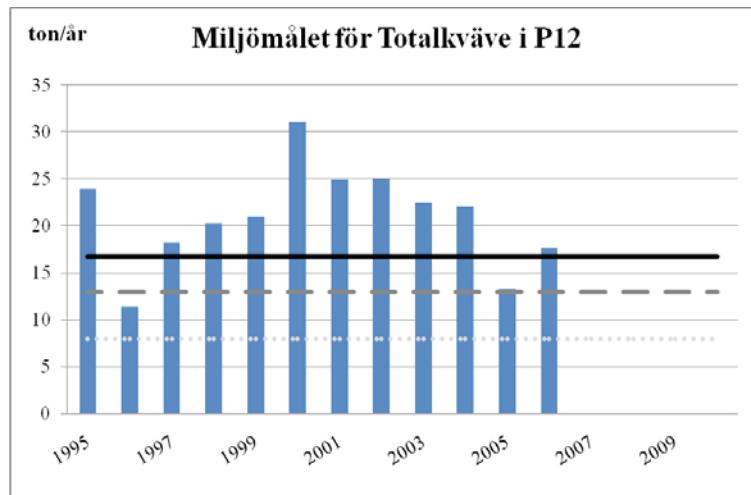
Figur 6a. Miljömålet för Totalkväve i P9.



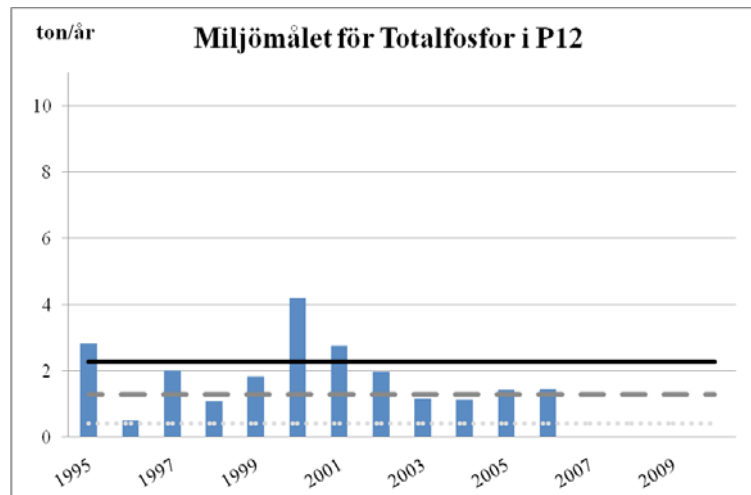
Figur 6b. Miljömålet för Totalfosfor i P9

Miljömålet, baserat på 1995 års värden för Tot-N i P9 ser ut att bli svårt att nå (se Figur 6a). För totalfosfor (se Figur 6b) ser det däremot bättre ut. För åren 2002-2005 låg den antropogena transporten av totalfosfor under miljömålet och om år 2006 var ett undantag kan det mycket väl gå att nå miljömålet. Om miljömålet räknats fram utifrån 1996 års värde eller utifrån medelvärdet för åren 1995-1998 hade miljömålet för totalfosfor blivit lägre än det är nu. Däremot hade miljömålet för kväve blivit lägre om det räknats fram utifrån 1996 års värde men något högre om det räknats fram utifrån ett medelvärde för åren 1995-1998.

3.2.2 P12



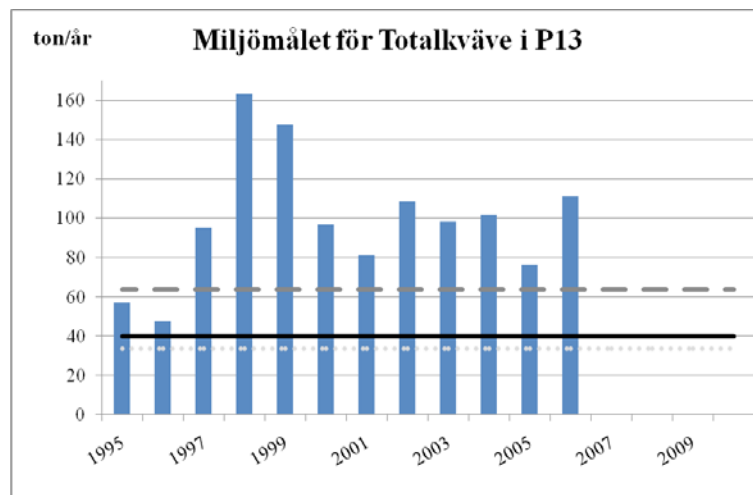
Figur 7a. Miljömålet för Totalkväve i P12 (observera att y-axelns värde skiljer sig från de andra miljömålsfigurerna).



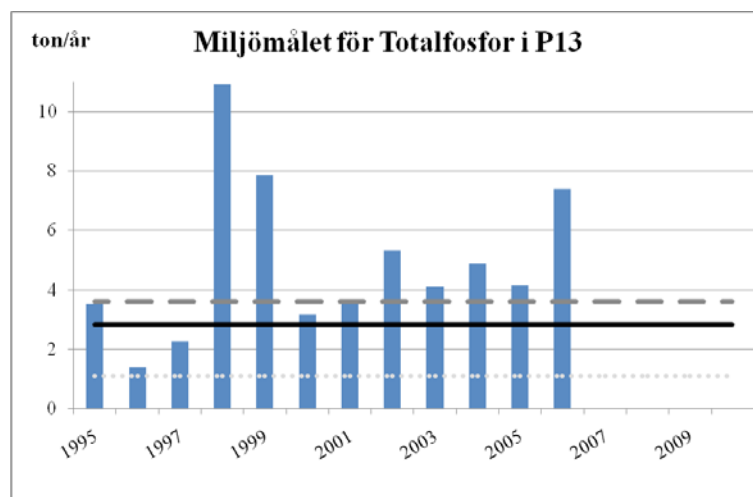
Figur 7b. Miljömålet för Totalfosfor i P12.

Det är osäkert om det går att nå miljömålet som baseras på 1995 års värden för totalkväve i P12 (se Figur 7a). År 2005 låg halten under miljömålnivån och om 2006 är ett undantag kanske det går att nå miljömålet. För totalfosfor (se Figur 7b) ser det ut att vara möjligt att nå miljömålet. Om miljömålet beräknats utifrån 1996 års värde eller baserats på ett medelvärde för perioden 1995-1998 hade det varit hårdare än det är idag.

3.2.3 P13



Figur 8a. Miljömålet för Totalkväve i P13.



Figur 8b. Miljömålet för Totalfosfor i P13.

I P13 ser det inte ut att vara möjligt att nå miljömålet som baseras på 1995 års värden för vare sig totalkväve eller totalfosfor (se Figur 8a och 8b). Hade miljömålet baserats på 1996 års värden hade miljömålet blivit hårdare, störst skillnad hade det gjort för totalfosfor. Om miljömålet baserats på ett medelvärde för åren 1995-1998 hade det gett ett högre gränsvärde, men det hade ändå varit en bit kvar för att nå miljömålet.

3.2.4 Sammanfattat resultat från Miljömålet "Ingen övergödning"

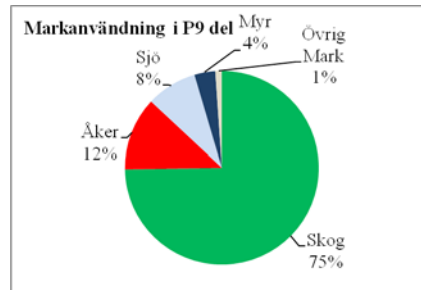
Beroende på vilket eller vilka år miljömålet räknas fram utifrån ger det olika värden som skall uppnås. Fortsättningsvis pratar jag endast om miljömålet baserat på 1995 års värden, eftersom det är det år det nationella miljömålet baseras på (Miljömålsportalen, 2007). För kväve ser det ut att vara svårt att nå miljömålet i någon av punkterna. Bäst förutsättningar ser det ut att vara i P12 där halterna har minskat sedan 2001 och låg under miljömålet 2005. För fosfor ser det ut att vara möjligt att nå miljömålet i både P9 och P12 medan det däremot

ser svårare ut i P13.

3.3 Utredning av kväve- och fosforkällor

3.3.1 P9 del

Indata



Figur 9. Markanvändning i P9 del
(Per Söderström, 2008).

Area: 92,1 km² (Per Söderström, 2008).

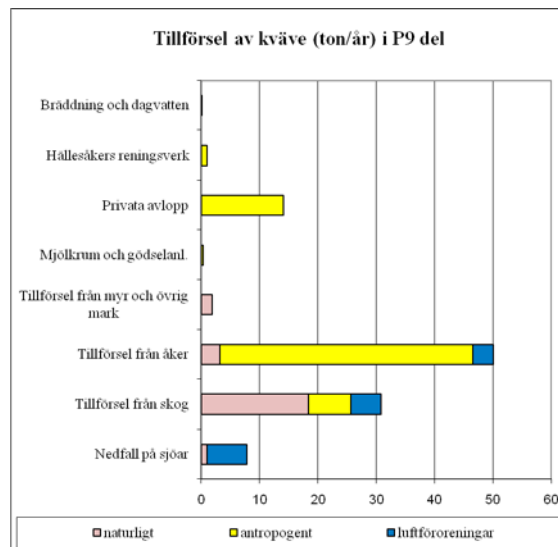
Punktkällor i modellen:

- Antal Fastigheter med enskilda avlopp, totalt: 1365, varav:
 - Mölnadal: 1015 (Mölnadals kommun, 2007a)
 - Härryda: 350 (Anders Bruce, via mail 2007)
- Antal djurenheter, totalt: 657, varav:
 - Mölnadal: 576 (Monica Erikson, skriftligt 2007)
 - Härryda: 81 (Anders Bruce, via mail 2007)
- Antal Mjölkkor: 47 (Monica Erikson, skriftligt 2007)
- Antal hushåll anslutna till Hällesåkers reningsverk: ca 90 (Göran Nord, muntligt 2007)

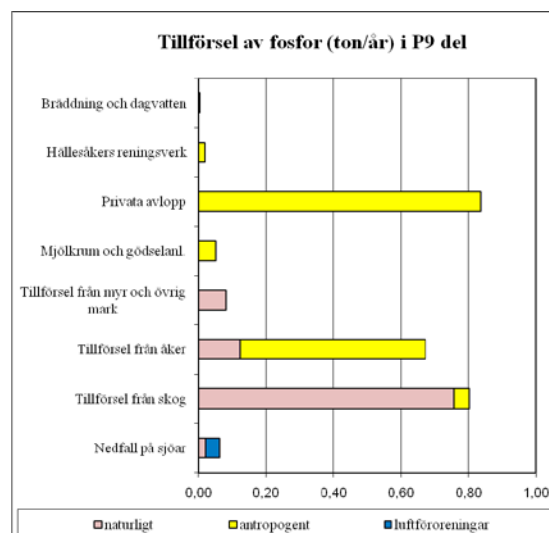
Hällesåkers reningsverk har bra rening men ledningarna är dåliga (Lars-Erik Jevås, muntligt 2007). Enligt Tillsynsrapporten för Hällesåkers reningsverk i oktober 2006 saknas kontrollprogram för reningsverket, vilket bland annat inneburit att uppgifter om antal bräddningar saknas (Östman, 2006).

Källor som ej tagits med i modellen:

- Mölnadals Golfklubb, tillskott i form av gödsel:
 - Totalkväve: 1,94 ton (Hansi Wennergrund, via mail 2007; Östman, Jevås, 2007)
 - Totalfosfor: 0,2 ton (Hansi Wennergrund, via mail 2007; Östman, Jevås, 2007)
- Kväveläckaget från golfbanor kan vara stort (Sonesten et al., 2004).



Figur 10a. Tillförsel av kväve (ton/år) i P9 del.



Figur 10b. Tillförsel av fosfor (ton/år) i P9 del.

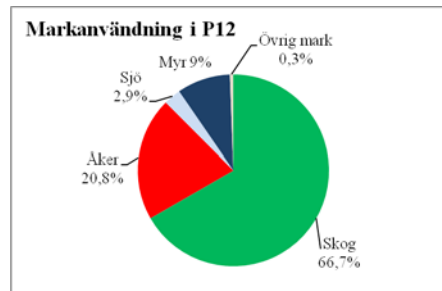
Kväve- och fosforkällorna i P9 del redovisas i Figur 10a och 10b. De naturliga kvävekällorna är i fallande ordning skog, åker, myr, övrig mark och sjöar. En del av kvävetillförseln beror på nedfall av luftföroreningar på sjöar, skog och åker. Det största antropogena bidraget kommer från åkermark och därefter i fallande ordning från enskilda avlopp, skog, Hällesåkers reningsverk, mjölkrum och gödselanläggningar samt från bräddning och dagvatten.

Skogen står för det största naturliga tillskottet av fosfor. Från åkermark, myr, övrig mark och sjöar kommer en betydligt mindre del. Nedfall av luftföroreningar på sjöar bidrar något. Vad gäller det antropogena bidraget står enskilda avlopp för den största delen. Även åkermarken står för ett betydande bidrag, medan det antropogena bidraget från mjölkrum och gödselanläggningar, skog,

Hällesåkers reningsverk samt bidraget som kommer via bräddning och dagvatten är betydligt mindre. Tillskottet från Hällesåkers reningsverk bedöms i modellen vara litet för både kväve och fosfor, men, som redovisats tidigare, fungerar egenkontrollen av detta verk dåligt för tillfället. Dessutom är ledningarna dåliga, och därför kan denna källa i verkligheten ha en större påverkan än vad som redovisas i modellen. Utöver de källor som modellen räknat fram tillkommer Mölndals GK, men bidraget därifrån är okänt.

3.3.2 P12

Indata



Figur 11. Markanvändning i P12
(Per Söderström, 2007).

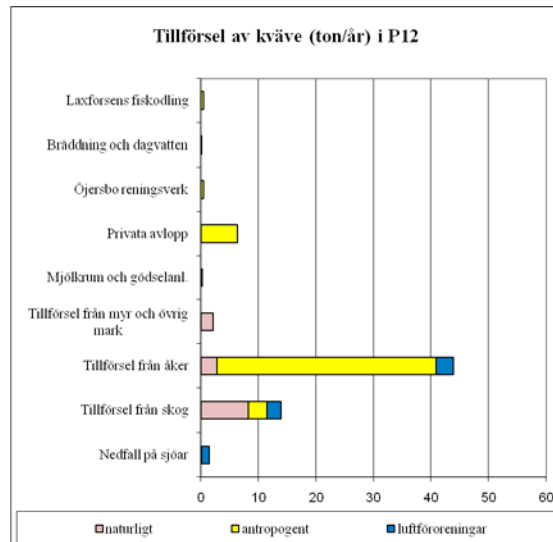
Area: 51,9 km² (Per Söderström, 2007).

Punktkällor i modellen:

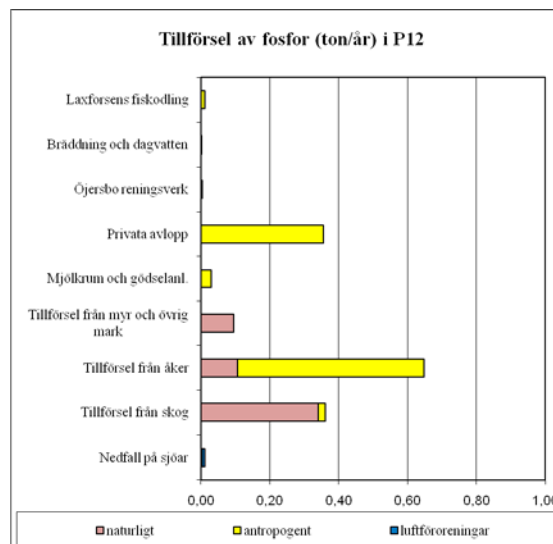
- Antal fastigheter med enskilda avlopp, totalt: 606, varav:
 - Kungsbacka: 595 (Inventering av enskilda avlopp, 1999)
 - Ryareds avloppsreningsverk: En fastighet med 36 pe (OBS! pe) (Cederlöf, 2005a)
 - Mölndal: 10 (Lantmäteriet, 2007e)
- Antal djurenheter: 473 (MiljöReda, 2007)
 - Det har antagits att det inte förekommer någon djurhållning i de delar som ligger i Mölndals och Marks kommuner.
- Antal mjölkkor: 150 (Miljöreda, 2007)
- Öjersbo reningsverk, Öjersbo 1:29 Älvsåker:
 - Totalkväve: 0,402 ton/år (Kungsbacka kommun, 2004)
 - Totalfosfor: 3,78 kg/år (Kungsbacka kommun, 2004)
- Laxforsens fiskodling, Ryared 1:40:
 - Utsläpp av fosfor: 12 kg/år (MiljöReda, 2008)
 - Produktion: 6 ton/år (MiljöReda, 2008)

Källor som ej tagits med i modellen:

Annebergssågens timmerupplag ligger i avrinningsområdet och företaget planerar att framöver mäta halterna av totalkväve och totalfosfor uppströms och nedströms sitt timmerupplag två gånger/år (Brag, 2007).



Figur 12a. Tillförsel av kväve (ton/år) i P12.



Figur 12b. Tillförsel av fosfor (ton/år) i P12.

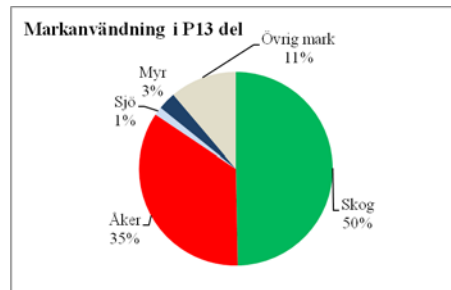
Tillförseln av kväve- och fosfor i P12 redovisas i Figur 12a och 12b. Det största naturliga bidraget av kväve kommer från skog och ett mindre bidrag från åker, myr, övrig mark och sjöar (bidraget från sjöar syns dåligt i Figur 12a). Ett visst nedfall av luftföroreningar sker på åker, skog och sjöar. Det största antropogena tillskottet av kväve kommer från åkermark. Mindre bidrag av kväve kommer från privata avlopp, skogsmark, Öjersbo reningsverk, Laxforsens fiskodling, mjölkrum och gödselanläggningar samt via bräddning och dagvatten.

Det största naturliga bidraget av fosfor kommer från skog, men även ett visst bidrag från åker, myr, övrig mark och sjöar (bidraget från sjöar är så litet att det knappt syns i Figur 12b). Ett litet bidrag beror på deposition av luftföroreningar på sjöar. Det största antropogena tillskottet av fosfor kommer från åkermark,

därefter från enskilda avlopp och sedan i tur och ordning från mjölkkrum och gödselanläggningar, skog, Laxforsens fiskodling, Öjersbo reningsverk samt från bräddning och dagvatten.

3.3.3 P 13 del

Indata

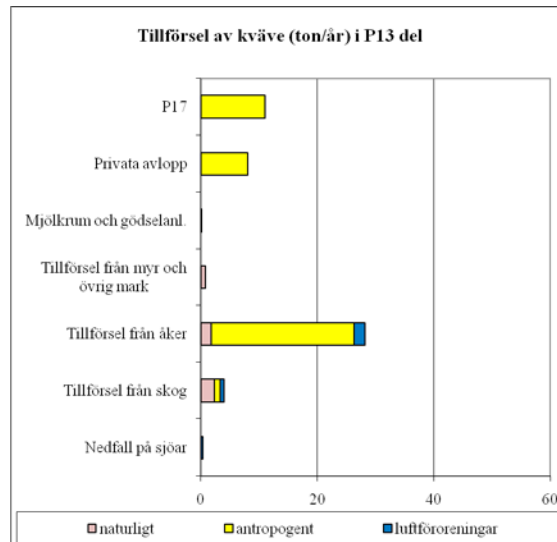


Figur 13. Markanvändning i P13 del (Per Söderström, 2008).

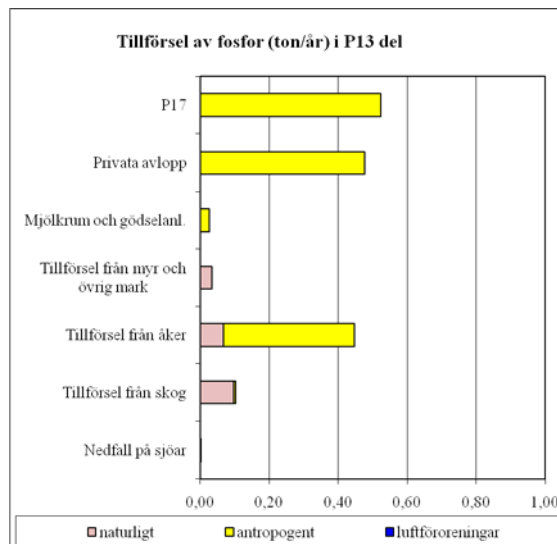
Area: 21,47 km² (Per Söderström, 2008).

Punktkällor i modellen:

- Fastigheter med enskilda avlopp, totalt: 743, varav:
 - Mölnadal: 181 (Mölnadals kommun, 2007a)
 - Lindome Brandstation: En fastighet med 10 pe (OBS! pe) (Brandstationen bemannas av 8 brandmän enligt ett tremmanaskift (Westerlind, 1999))
 - Kungsbacka: 588 (Utifrån Lantmäteriets karta över addresspunkter (Lantmäteriet, 2007d), minus 27 fastigheter i Alafors Ekoby (Cederlöf, 2005b), minus antalet fastigheter kopplade till det kommunala nätet (Kungsbacka kommun 2007))
- Antal djurenheter: 356 varav:
 - Mölnadal: 57 (Monica Erikson, skriftligt 2007)
 - Kungsbacka: 299 (MiljöReda, 2007)
- Antal mjölkkor: 24 (MiljöReda, 2007)
 - P17: Tillskottet från P17 är baserat på värden för år 2006 eftersom mätningarna i denna punkt började då (Kungsbacka kommun, 2006). Flödet i punkten har jag räknat fram med hjälp av *Växtnäring – en beräkningsmodell* (Wennerblom, Kvarnäs, 1990), uppgifter om arean (Kartbilaga A) och flödet i P13 (Kungsbacka kommun, 2006). I den nordöstra delen av detta avrinningsområde ligger Sabema bergtäkt och öster om denna ett område med enskilda avlopp och dessa båda källor kan antas ha betydelse för näringsläckaget. Väster om Sagsjön ligger ett naturreservat (Lars-Erik Jevås, Muntligt 2007)
 - Tot-N: 11,0319 ton/år (Kungsbacka kommun 2006; Kartbilaga A).
 - Tot-P: 0,5228 ton/år (Kungsbacka kommun 2006; Kartbilaga A).



Figur 14a. Tillförsel av kväve (ton/år) i P13 del.



Figur 14b. Tillförsel av fosfor (ton/år) i P13 del.

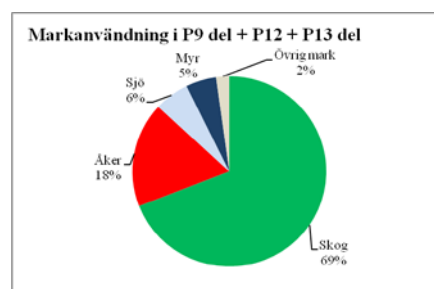
Kväve- och fosfortillförseln i P13 del redovisas i Figur 14a och 14b. Precis som för de två tidigare delavrinningsområdena står skogen för det största tillskottet av naturligt kväve, ett mindre tillskott kommer från åker, myr, övrig mark och sjöar (tillskottet från sjön är så litet att det ej syns i Figur 14a). Nedfall av luftföroreningar på åker, skog och sjö bidrar i liten utsträckning till kvävetillförseln. För den största antropogena tillförseln av kväve står åkermarken, följt av P17 och enskilda avlopp. Mindre kvävebidrag kommer från skog samt mjölkrum och gödselanläggningar.

Det största naturliga tillskottet av fosfor kommer från skog, följt av tillskottet från åker samt myr, övrig mark och sjöar (bidraget från sjöar är så litet att det ej syns i Figur 14b). Ett litet nedfall av fosfor sker på sjöytor. En stor del av det antropogena bidraget kommer från P17, därefter från enskilda avlopp och åkermark. Ett betydligt mindre bidrag kommer från mjölkrum, gödselanläggningar och skog.

Tillskottet från P17 är betydande för tillförseln av både kväve- och fosfor men osäkert eftersom siffrorna i modellen är från år 2006. Allt tillskott från P17 är inte antropogent orsakat, även om det redovisas så i Figur 14a och 14b. Jag har antagit att 82 % av totalkvävet respektive 69 % av totalfosfor från P17 är antropogent (se avsnitt 2.3 Beräkning av Miljömålet, för förklaring till denna fördelning) och dessa värden har jag använt när jag räknat fram den antropogena andelen i Tabell 4 i avsnitt 3.3.5. Eftersom flödet år 2006 var högre än 2004 är det möjligt att transporten av totalkväve och totalfosfor var högre år 2006 än år 2004 och att P17 därmed har en mindre påverkan än vad som syns i Figur 14a och 14b.

3.3.4 P 13

Indata



Figur 15. Markanvändning i P9 del + P12 + P13 del (Per Söderström, 2007, 2008).

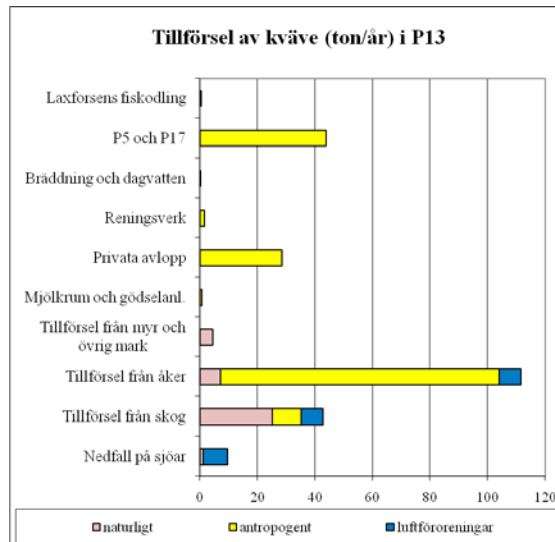
Area: 165,47 km² (Per Söderström, 2007, 2008).

För indata till P13 har jag summerat ihop uppgifterna för P9 del, P12 och P13 del och lagt till följande punktkälla:

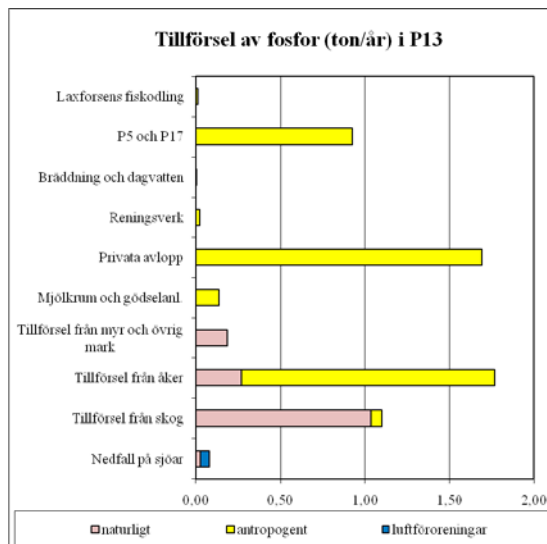
- P5

Totalkväve: 32,8 ton/år (Kungsbackaåns vattenvårdsförbund, 2007; SMHI's pulsberäkningar, 2004)

Totalfosfor: 0,4 ton/år (Kungsbackaåns vattenvårdsförbund, 2007; SMHI's pulsberäkningar, 2004)



Figur 16a. Tillförsel av kväve (ton/år) i P13 (observera att x-axeln har andra värden än de andra figurena över tillfört kväve och fosfor).



Figur 16b. Tillförsel av fosfor (ton/år) i P13 (observera att x-axeln har andra värden än de andra figurena över tillfört kväve och fosfor).

Det primära syftet med att modellera på P13 var att se om resultatet blev bättre då uppskattningen av tillfört kväve och fosfor gjordes på ett större avrinningsområde. Kväve- och fosforkällorna och deras inbördes rangordning avviker inte nämnvärt från resultatet för P9 del, P12 och P13 del. Vad som kan noteras är att ett betydande tillskott nu kommer från P5 och P17, men allt kväve och fosfor härifrån är inte antropogent, utan jag har antagit att 82 % av kvävet respektive 69 % av fosfor härifrån är antropogent orsakad. För förklaring till denna fördelning, se avsnitt 2.3.

3.3.5 Sammanfattat resultat från utredningen av kväve- och fosforkällorna

I Tabell 2 redovisas de av modellen framräknade transportvärdena av total-

kväve och totalfosfor år 2004. Eftersom modellen inte tar någon hänsyn till retentionen (Löfgren, Olsson, 1990) bör dessa värden överstiga de beräknade transportvärden för år 2004 och som finns redovisade i Tabell 1.

**Tabell över transportvärden
(ton/år) från modellen**

	Totalkväve	Totalfosfor
P9, del	106	2,5
P12	69	1,5
P13, del	53	1,6
P13	243,2	5,9

Tabell 2. Modellens beräknade transportvärden (ton/år).

I Tabell 3 redovisas hur mycket modellens beräknade transporter över- eller underskrider de beräknade transportvärdena. Totalkvävetransporten överskattas i alla fyra områdena, medan totalfosfortransporten underskattas i alla områden utom P9.

**Modellens överskattning av
transporten i % jämfört med
beräknade transportvärden**

	Totalkväve	Totalfosfor
P9, del	+50	+39
P12	+97	-9,6
P13, del	+300	- 46
P13	+61	-13

Tabell 3. Modellens överskattning av transporten i % jämfört med beräknade transportvärden.

Att modellens transportvärden skiljer sig från de beräknade transportvärdena kan naturligtvis bero på flera olika faktorer, och här kommer jag att ta upp de faktorer som jag tycker är de mest betydelsefulla. En möjlig förklaring till de överskattade kvävetransporterna kan vara att tillskottet från åkermark är alldeles för stort i modellen i förhållande till vad som sker i verkligheten. Att erosionen underskattas i modellen kan vara en förklaring till att totalfosfortransporten underskattas. Att totalfosfortransporten överskattas i P9 kan bero på att det finns många enskilda avlopp i detta område. En annan förklaring till att värdena avviker kan vara att alla områdena är förhållandevis små. De bör egentligen vara ett par hundra km² stora, och detta kan framförallt ha påverkat P13 del som är ett litet område och vars värden starkt avviker från de beräknade transportvärdena. För P13 del, föreligger även vissa osäkerheter med tanke på att transportberäkningarna för detta delområde i avsnitt 3.1.3 var osäkra, eftersom vissa år gav negativa transporter (ej år 2004).

Modellen gör också en uppskattning av fördelningen mellan naturligt och antropogent tillfört kväve och fosfor och ungefär 80 % av kvävet antas vara antropogent orsakat se Tabell 4.

**Andel antropogent totalkväve och
totalfosfor (%) av totala tillskottet**

	Totalkväve	Totalfosfor
P9, del	77	61
P12	81	64
P13, del	87	78
P13	81	70

Tabell 4. Andel antropogent totalkväve och totalfosfor.

Andelen fosfor är inte lika hög men den kan i verkligheten vara högre beroende på att erosionen från t.ex. gödslade ytor underskattas. De största antropogena källorna för alla områden var, enligt resultaten i avsnitt 3.3.1 - 3.3.4, åkermark och enskilda avlopp. Värdena för P13 del ligger något högre för både kväve och fosfor vilket kan bero på att det finns ett stort antal enskilda avlopp här, samt att andelen åkermark är förhållandevis hög i detta område. För tillskottet från P5 och P17, som räknas in i P13, har 82 % av totalkvävetransporten och 69 % av totalfosfortransporten antagits vara antropogen. För förklaring till denna fördelning, se avsnitt 2.3.

3.4 Beskrivning av de största närsaltskällorna

I följande avsnitt ges fördjupad kunskap från litteraturen om de antropogena fosfor- och kvävekällorna enskilda avlopp och åkermark.

3.4.1 Åkermark

Dagens åkermark har ursprungligen varit bördig skogsmark (Löfgren, Olsson, 1990) och odling innebär att stora mängder växtnäringsämnen är i omlopp, vilket gör att förlusterna av näringsämnen till vatten och luft blir större än de ursprungligen skulle varit. Förlusterna kan minskas men aldrig strypas helt (Albertsson, 2006). Sedan slutet av 80-talet har åtgärder satts in för att minska tillförseln av kväve och fosfor från jordbruksmark i Sverige (Naturvårdsverket, 2008a), och både kväve- och fosforöverskottet i jordbruksmark har minskat (Greppa näringen, 2008a). Hur mycket kväve som förloras från jordbruksmark varierar och beror bland annat på jordart, bearbetning av jorden och vilken gröda som odlas (Naturvårdsverket 2008a). Förlusten av fosfor varierar mycket i både tid och rum och förlusterna sker både via avrinning på ytan och via marken. Yterrosionen kan lokalt spela en stor roll (Ulén, 2005). Om marken håller en hög fosforhalt, om gödsling sker på hösten eller om man gödslar för mer än ett års behov kan det innebära ökade förluster av fosfor (Albertsson, 2006). Genom att förbättra markens infiltrerande förmåga kan fosforförlusterna från jordbruksmark minskas. Skyddszoner kan vara en annan åtgärd, men effekten av dessa varierar mycket från plats till plats. Vintergrön mark kan ha positiva effekter på läckaget av fosfor (Ulén, 2005).

En faktor som jag valde att titta närmare på var hur ett i avrinningsområdet ökat antal djur kan få betydelse för transporten av totalkväve och totalfosfor. Djuren kan påverka läckaget av näringsämnen till ån om de tillåts gå och beta längs vattdraget, eftersom de då kan förstöra jordstrukturen, vilket kan resultera i ökad erosion (Ulén, 2005). Djur producerar också stallgödsel och i *Växtnäring – en*

beräkningsmodell (Wennerblom, Kvarnäs, 1990) gav mjölkkrum och gödsel­an­läggningar ett litet utslag för fosfortillförseln i alla fyra områdena.

Det är inte problemfritt att använda stallgödsel i jordbruket, eftersom växt­nä­ringen i stallgödseln inte alltid är direkt tillgänglig för växterna, vilket innebär en ökad risk för förluster av kväve och fosfor (Naturvårdsverket, 2008b). Vad gäller kväve visar beräkningar att det är särskilt vanligt med en viss överdose­ring i förhållande till riktvärdet av kväve på gårdar som använder stallgödsel. Om stallgödsel sprids på hösten ökar risken för förlust av kväve under hösten och vintern, och ett sätt att minska risken för förluster är att så in fånggrödor ef­ter att huvudgrödan skördats (Albertsson, 2006). Det finns även undersökningar som visar att förlusterna av kväve är större från fält som gödslas med både stall­gödsel och handelsgödsel (Djordjic et al., 2004). För fosfor återfinns det mesta av fosfor i djurfodret senare i stallgödseln. Undersökningar har visat på att det råder fosforöverskott i jordar där man under längre tid gödslat med stora mäng­der stallgödsel. Stora förluster av fosfor har också skett om det regnat kraftigt efter det att stallgödsel spridits (Ulén, 2005).

Om de delar av P9 del, P12 och P13 del (exkl. P17) som ligger i Mölndals och Kungsbacka kommuner har jag fått information om fastigheternas hantering av stallgödsel. Uppgifter för Mölndals kommun har hämtats från verksamhetsda­tabassystemet Adam (2007), från pappersarkivet (Mölndals kommun, 2007b) eller från djurskyddsinspektör Monica Eriksson (muntligt, 2007). För Kungs­backa kommun har jag hämtat information från MiljöReda (2008), från pap­persarkivet (Kungsbacka kommun, 2008) eller från djurskyddsinspektörerna Anna Ahlstedt (muntligt, 2008), Tina Bodin (muntligt, 2008) och Annika Ols­son (muntligt, 2008). Resultatet redovisas i Tabell 5.

Gödselhantering i delar av Kungsbackaåns avrinningsområde

Antal djurgårdar	152		
	Okej	Ej okej	Okänt
gödselhanteringen (antal)	89	42	21
gödselhantering (%)	58	28	14
Antal djurenheter	1391		
	Okej	Ej okej	Okänt
gödselhanteringen (antal)	949	329	113
gödselhanteringen (%)	68	24	8

Tabell 5. Sammanställning av gödselhanteringen i delar av Kungsbackaåns av­rinningsområde.

Resultatet visar att hanteringen av stallgödsel från en knapp tredjedel av djur­gårdarna är bristfällig. Ytterligare drygt tio procent av djurgårdarna har en göd­selhantering som det inte gått att få information om. Att stallgödsel lagrats brist­fälligt i Kungsbackaåns avrinningsområde finns det exempel på från vintern 2006-2007, då gödsel från en hästgård lagts på en åker intill Lillån (Hallands nyheter, 2007). Det är även intressant att se hur stor andel av djurenheterna som producerar stallgödsel som tas om hand på ett bristfälligt sätt. Denna andel är ungefär en fjärdedel, och dessutom är det ytterligare knappt tio procent av dju-

renheterna som jag inte fått någon information om.

Enligt Jordbruksverkets föreskrifter får inte stallgödsel eller andra organiska gödselmedel under en femårsperiod spridas i större mängd än vad som motsvarar ett genomsnitt av 22 kg Tot-P per ha spridningsareal och år (Albertsson, 2006). Utifrån mina uppgifter om mängd åkermark och antal djurenheter har jag räknat fram hur mycket gödsel i kg P/ha åkermark som produceras under ett år i de delar av avrinningsområdet som jag tittat på. Jag har även räknat fram motsvarande nationella siffra utifrån mängd åkerareal och antal djur exkl. hästar nationellt (Statistiska centralbyrån, 2008a) och antal hästar (Statistiska Centralbyrån, 2008b). Alla värden är från år 2004. De framräknade värdena redovisas i Tabell 6.

Mängd gödsel (kg P/ha åkermark)	
Nationellt	6,09
P9, del	7,63
P12	5,68
P13, del	6,21
P9 del + P12 + P13 del	6,56

Tabell 6. Mängd gödsel (kg P) som produceras per ha åkermark och år.

Resultatet i Tabell 6 visar att mängden stallgödsel som produceras i Kungsbackaåns avrinningsområde ligger under det nationella riktvärdet och att fördelningen i Kungsbackaåns avrinningsområde ligger något över det nationella värdet, men inte speciellt mycket. Jag vill påpeka att fördelningen baserad på de olika delavrinningsområdena inte är helt representativ eftersom det kanske inte går att sprida den stallgödsel som produceras i en kommun på åkermark i en annan kommun. Dessutom redovisar dessa siffror bara mängden stallgödsel, och jag har ingen uppgift på hur mycket handelsgödsel som också används. Ingen hänsyn har heller tagits till vad åkermarken används till, vilka grödor som odlas eller jordart, och detta kan mycket väl antas ha betydelse för hur mycket gödsel som sprids på olika åkrar.

3.4.2 Enskilda avlopp

De vanligaste reningsteknikerna för rening av avloppsvatten från enskilda fastigheter är slamavskiljare i kombination med infiltrationsanläggning eller markbädd (Ejhed et al, 2004). I en infiltrationsanläggning filtreras avloppsvattnet genom naturliga sand- och jordlager och når sedan grundvattnet. Reduktionen av fosfor varierar mellan 25 och 90 % och för kväve mellan 20 och 40 %. Det är svårt att kontrollera funktionen på anläggningen, eftersom det inte är så lätt att ta ett vattenprov. Marken måste vara tillräckligt genomsläpplig och ha förmåga att transportera bort vattnet för att infiltration skall vara möjlig (Avloppsguiden, 2008a).

Om marken inte lämpar sig för en infiltrationsanläggning kan markbädd vara ett alternativ. Reningen av avloppsvattnet sker då i ett uppbyggt sandlager istället för i markens naturliga jordlager, och det renade vattnet leds ut till t.ex. ett dike. Hur mycket av fosfor som reduceras är osäkert, framförallt över tid och kan

variera med mellan 10 och 80 %. Reduktionen av kväve kan variera mellan 10 och 40 %. Beroende på hur markbädden är byggd varierar möjligheterna att ta prov på det renade vattnet. För att reningen skall fungera bra får inte markbädden vara vattenfylld. (Avloppsguiden, 2008b)

I Naturvårdsverkets allmänna råd om små avloppsanläggningar för hushålls-spillvatten skall alla vattenområden klassas i normal eller hög skyddsnivå och de olika nivåerna ställer olika krav på reningsgrad i de enskilda avloppen.

- Normal skyddsnivå Minst 70 % reduktion av Tot-P
- Hög skyddsnivå Minst 90 % reduktion av Tot-P och minst 50 % reduktion av Tot-N. (NFS 2006:7)

3.5 Faktorer som kan påverka tillförseln av närsaltskällor

I följande avsnitt ges kunskap om två faktorer som påverkar tillförseln av näringsämnen till t.ex. ett vattendrag, nämligen retention och nederbörd.

3.5.1 Retention

Retention innebär att näringsämnen förloras från vattnet genom olika processer, t.ex. sedimentation, upptag i organismer och denitrifikation (Sonesten et al., 2004). Retentionen sker både i marken och i sjöar och vattendrag (Djordjic et al., 2004). Markretentionen bestäms till stor del av hur mycket sjöar och våtmarker som finns i vattensystemet (Sonesten, 2005) och påverkar främst läckaget från jordbruk och enskilda avlopp eftersom utsläppet antas ske i små diken eller i rotzonen. I avrinningsområden som har en försumbar andel sjö eller helt saknar sjöar sker i stort sett ingen markretention under vinterhalvåret (Djordjic et al., 2004). Reduktionen av fosfor som sker mellan en enskild avloppsanläggning och aktuellt vattendrag är helt okänd. Eftersom avloppsdiken så småningom kan bli fosformättade är reduktionen i dessa inte permanent (Ulén, 2005).

3.5.2 Nederbörd

Näringsförlusterna vid ökad vattenföring och nederbörd kan förväntas variera mycket över året och mellan olika jordar. Det är rimligt att erosionen ökar om vattenföringen ökar, vilket kan ge ökade fosforförluster (Greppa näringen, 2008b). Medelflödet i ett vattendrag beror på avrinningsområdets yta och avrinningen per ytenhet. Södra Sverige kan få höga flöden efter häftiga regnperioder under höst och vinter. Låga flöden kan förekomma under hög- och sensommar eller under vintern om man har en lång period med ihållande kyla (Bydén et al., 2003). Uttransporten av näringsämnen påverkas av när under året högflöden och översvämningar inträffar (Kungsbacka kommun, 2006). Ett år med extrema flöden kan medföra en rejäl höjning av halter och transporter (Lagesson et al., 2005).

Beräknade förändringar av nederbörden i Europa under de närmaste hundra åren tyder på att årsnederbörden kommer att stiga i de norra delarna. Det är möjligt att det under begränsade tidsperioder faller extrema nederbördsmängder. Vinternederbörden skulle enligt beräkningarna kunna öka med 30-50 % under tjugohundratalet och extrema höst- och vinterflöden kan bli vanligare med rejält förhöjd avrinning som följd. Samtidigt kan regnmängderna under sommaren minska. (Bernes, 2003).

3.6 Scenarier

I följande avsnitt redovisas fyra scenarier. Den procentuella minskningen eller ökningen beräknas utifrån den enligt modellen beräknade transporten.

3.6.1 Scenario 1 – Förbättringar i jordbruket och förändrad åkermarksanvändning

I Scenario 1a antas all åkermark vara vintergrön och i Scenario 1b antas all åkermark vara bördig skog i bonitetsklass I.

Reduktion i % vid Scenario 1a och 1b

	Scenario 1a	Scenario 1b	Scenario 1b
	Kväve	Kväve	Fosfor
P9	-26	-40	-21
P12	-35	-54	-35
P13	-30	-45	-23
Hela P13	-25	-40	-25

Tabell 7. Minskad tillförsel av totalkväve i % vid scenario 1a och 1b.

Den procentuella minskningen av det totala kvävetillskottet om man skulle låta all åkermark vara vintergrön redovisas i Tabell 7. De förändrade källfördelningsfigurerna för kväve i varje område finns i Bilaga C. Reduktionen av totalkvävetransporten varierar mellan 25-35 %. Vintergrön mark skulle i verkligheten även kunna minska tillförseln av fosfor eftersom det kan reducera risken för yterrosion och ytavrinning (Ulén, 2005).

Resultatet av att anta att all åkermark är skog i bonitetsklass I redovisas i Tabell 7. För indata till modellen, samt de förändrade källfördelningsfigurerna för kväve och fosfor för varje område finns i Bilaga D. Åtgärden ger en större reduktion av kväve än av fosfor. Reduktionen ligger mellan 40-54 % för kväve och mellan 21-35 % för fosfor.

3.6.2 Scenario 2 – Enskilda avlopp

Vid Scenario 2 sätts reningsgraden på alla enskilda avlopp till 50 % reduktion av kväve och 90 % reduktion av fosfor. Andelen fosforfria diskmedel sätts till 100 %.

Minskad tillförsel i % vid scenario 2

	Kväve	Totalfosfor
P9, del	-5	-26
P12	-3	-18
P13, del	-5	-23
P13	-4	-23

Tabell 8. Minska tillförsel av kväve och fosfor vid scenario 2.

Reduktionen av den totala transporten vid scenario 2 redovisas i Tabell 8. De

förändrade källfördelningsfigurerna för kväve och fosfor för varje område finns i Bilaga E. Scenariot gav störst effekt för fosfor som kan minskas med mellan 18 och 26 %. För kväve kan det minskas med upp till 5 %.

3.6.3 Scenario 3 – Ökat vattenflöde

Flödet i punkterna har räknats upp med 25 % utifrån medelvattenflödet under perioden 1995-2006. För Öjersbo Avloppsreningsverk har flödet för år 2004 räknats upp med 25 % innan det multiplicerades med halterna för år 2004. Flödet i P5 har räknats upp med 25 % från 2004 års värden, medan flödet för P17 har behållits, eftersom detta värde från början var från år 2006, då årsmedelflödet i P13 redan var 31 % högre jämfört med år 2004 (SMHI's pulsberäkningar, 2004; 2006). Eftersom koncentrationerna av totalkväve och totalfosfor mycket väl kan påverkas av flödet är tillförseln från Öjersbo och P5 osäkra. Tabell över ändrade indata samt figurer över kväve och fosfortillförseln vid detta scenario finns i Bilaga F.

Ökad tillförsel (%) vid scenario 3

	Totalkväve	Totalfosfor
P9, del	17	8,5
P12	19	7,6
P13, del	14	2,2
P13, hela	17	4,7

Tabell 9. Ökad tillförsel av totalkväve och totalfosfor vid scenario 3.

Resultatet för scenario 3 redovisas i Tabell 9 och gav en procentuellt sett större transport av totalkväve jämfört med totalfosfor. Effekten för totalfosfor kan vara större beroende på att erosionen underskattas.

3.6.4 Sammanfattat resultat från scenarierna

Det scenario som ger störst reduktion av både totalkväve och totalfosfor är Scenario 1b, då allt jordbruk läggs ner och bördig skog planteras på åkermarken. En annan åtgärd för att minska framförallt kväveläckaget från åkermark är att låta all mark vara vintergrön. Denna åtgärd kan mycket väl också ge positiva effekter för fosforläckaget. Om fosfortillförseln skall reduceras kan en bra åtgärd vara att höja reningsgraden i de enskilda avloppen. Hur stor effekt dessa olika åtgärder får i verkligheten beror på flera olika faktorer, bland annat på hur jordbrukets sköts i nuläget och vilken rening som sker i de enskilda avloppen från början. Hur stor effekt en enskild åtgärd får i ett delavrinningsområde beror naturligtvis på vilka andra källor som finns och hur stora dessa är.

Även en sådan faktor som ökad nederbörd har betydelse. Läckaget kan då mycket väl antas bli större, men hur stort det blir beror bland annat på när under året nederbörden kommer, hur den kommer och hur förutsättningarna i avrinningsområdet ser ut, t.ex. om det precis spridits gödsel på åkrarna. Att nederbörden skulle öka med jämnt 25 % över hela året är knappast troligt, vilket gör scenario 3 osäkert.

Om jag försöker knyta samman miljömålet utifrån år 1995 med scenarierna och låter P13 representera hela ån, eftersom även P9 och P12 innefattas i denna kan

jag säga att inget scenario klarar av att uppnå miljömålet för kväve. Den antropogena kvävetransporten var låg i P13 år 1995 jämfört med hur transporten har sett ut sedan 1998 (se Figur 8a). Inte heller för fosfor i P13 är något av scenarierna tillräckliga. För kväve i P9 del skulle miljömålet eventuellt kunna nås om all åkermark lades ned (scenario 1b). I P12 skulle miljömålet för kväve kunna nås både vid scenario 1a och 1b. Miljömålet för fosfor tas inte upp för P9 och P12, eftersom den antropogena transporten låg under miljömålsvärdet år 2004 som är det år scenarierna baseras på.

4 Diskussion

De transporttrender som Kungsbackaån uppvisar i P13.1 är inte avvikande om man jämför med åar i Bohuslän. Däremot är Kungsbackaån avvikande om en jämförelse istället görs med Nissan, Ätran och Viskan. Förklaringen kanske delvis ligger i geologiska förutsättningar, eftersom geologin i Kungsbackaåns avrinningsområde mer liknar geologin i Bohuslän än geologin i Halland. Transportberäkningarna baseras på ett månadsvärde av halt och flöde som skall anses representativt för hela månaden. Transportberäkningarna blir säkrare om mätningar görs förhållandevis ofta och under långa tidsperioder.

Att basera ett miljömål på ett enskilt år gör att miljömålet blir påverkat av de förhållande som rådde då. Genom att använda ett medelvärde av transporten för flera år undviker man att vara alltför påverkad av specifika förhållanden som kan råda ett enskilt år. Med tanke på både transportberäkningarna och miljömålet verkar totalkvävetransporten vara ett problem i alla tre delavrinningsområden som jag tittat på, men kanske framförallt i P9 del. För totalfosfor är det svårt att säga något säkert, men möjligtvis är det så att problemet med totalfosfortransporterna kan avgränsas till P13 del.

Vad gäller modellen skall den i första hand ses som ett verktyg för att få fram de viktigaste källorna och området som man modellerar på bör inte heller vara för litet. Eftersom ingen hänsyn tas till retentionen eller tillfälliga processer såsom erosion kommer de av modellen beräknade transporterna alltid att vara behäftade med ett visst fel. Dock kan modellens beräkningar förbättras genom att ange nya värden på läckaget av kväve och fosfor från åkermark eller genom att ange vilken gröda som odlas på vilken jordart. Förbättringar kan också göras genom att uppgifterna om enskilda avlopp blir säkrare. T.ex. genom att ta reda på hur många pe det finns i varje hushåll samt vilken reningsanläggning varje fastighet har. En viss osäkerhet kommer alltid att finnas, eftersom det kan vara svårt att ha koll på reningsgraden i en enskild avloppsanläggning. Trots att modellens värden inte bör tas på alltför stort allvar tycker jag ändå att den är bra. Den är användarvänlig, relativt lättöverskådlig och kan ge en indikation på vilka de viktigaste källorna är. Med tanke på att ingen hänsyn tas till retentionen kan det vara av intresse att fokusera på de källor som ligger närmast ån eller nära ett biflöde.

I de delar av avrinningsområdet som jag tittat på finns flera kväve- och fosforkällor av varierande storlek. De största antropogena källorna för kväve är åkermark och enskilda avlopp. För fosfortillförseln bedöms i första hand enskilda avlopp vara en stor antropogen källa, men även åkermark. Dessutom finns det ett antal osäkra källor. En källa som det kan vara svårt att få grepp om är ett ökat antal djur. Som jag ser det kan de ge effekt på tre olika sätt. Dels kan den stallgödsel som produceras förvaras direkt olämpligt, exempelvis i nära anslutning till ån. Gödseln kan också spridas på åkermark vid ett olämpligt tillfälle eller på ett sätt som inte är anpassat efter bl.a. jordart och gröda.

En annan osäker källa är Mölndals GK som ligger nära ån. Näringsämnen kan tillföras härifrån på flera olika sätt. Gödsel som lagts på banorna kan sköljas bort om gödselspridningen följs av nederbörd. Den största näringsmängden som läggs på golfbanan bör tas upp av växtligheten och återfinns då i de under- och ovanjordiska växtdelarna. Näringsämnen frigörs då gräset klipps och gräsklipppet bör inte läggas så att näringsämnen som frigörs vid nedbrytning lätt kan nå ån. Tillförsel av näringsämnen från golfbanan sker också från rotdelarna under vintern då växten går i vintervila.

Hällesåkers reningsverk är en annan osäker källa. Även om det i modellen inte bedömdes ha någon större inverkan är det inte speciellt bra att inte ha några flödesmätningar, veta hur mycket som bräddas eller ha dåliga ledningar.

Vilken inverkan Annebergssågens timmerupplag har är i dagsläget okänt och det skulle vara intressant att se om det är en betydande kväve- och fosforkälla.

Även P17 har betydelse men tillskottet härifrån är osäkert, eftersom mätningarna i P17 började göras först år 2006. Jag har inga uppgifter om t.ex. enskilda avlopp och markanvändning för P17's avrinningsområde, men det är mycket möjligt att området har betydelse för i första hand tillförseln av kväve men också av fosfor. Två möjliga källor där är Sabema Bergtäkt och enskilda avlopp, men det är möjligt att det även finns andra källor i denna del.

Ytterligare en intressant faktor som bör tas med i beräkningarna är hur variationer i nederbörden kan påverka, bland annat med tanke på stundande klimatförändringar. En ökad nederbörd kan mycket väl ge ökade transporter, t.ex. kan mer intensiv nederbörd ge ökad erosion vilket skulle kunna påverka tillförseln av framförallt fosfor. Reningen i enskilda avloppsanläggningar kan befaras bli sämre om grundvattennivån höjs eller om vatten blir stående i marken. Mer nederbörd kan också leda till ökat nedfall av luftföroreningar och till att reningsverken behöver brädda mera. Genom att anlägga skyddszoner mellan åkermark och vattendrag samt ha god gödselhantering kan uttransporten av näringsämnen reduceras.

Eftersom syftet med mitt arbete varit att försöka identifiera de viktigaste källorna för kväve och fosfor känns det naturligt att också kort diskutera vilka åtgärder som skulle kunna sättas in. Jag har inte lagt någon stor vikt vid denna del. Vilken effekt olika åtgärder kan antas få på den totala transporten beror bl.a. på förhållandet mellan de olika källorna. Dock är verkligheten inte så en-

kel att den låter sig styras och helt förklaras av en modell. Vilka åtgärder som i verkligheten ger bäst effekt beror på flera olika faktorer, bland annat på hur åkermarken sköts i nuläget, vilken reningsgrad som de enskilda avloppen håller samt vilken fosforreduktion som sker mellan utsläppen av avloppsvatten och vattendraget. Istället för att stirra sig blind på en utsläppskategori kan det vara bra att fokusera på de källor som ligger nära ån eller nära biflöden. Även om scenarierna inte gav så positiva prognoser med avseende på miljömålet, hoppas jag att verkligheten är ljusare och att de åtgärder som eventuellt sätts in kan göra så att miljömålet nås.

5 Slutsatser

Transporttrenderna i de delar av Kungsbackaån som jag undersökt är inte tydligt avtagande eller ökande. Transporten av totalkväve verkar vara ett problem, framförallt i P9 del men även i P12. Miljömålet för totalkväve ser ut att vara svårt att nå i alla tre områdena. Vad gäller totalfosfor kan det vara så att transporten är ökande i P13 del men inte i de andra delarna. Miljömålet för totalfosfor ser ut att vara möjligt att nå i P9 och P12 men det ser värre ut i P13.

I avrinningsområdet finns ett stort antal källor och de viktigaste antropogena källorna för både kväve och fosfor bedöms vara åkermark och enskilda avlopp. Även Mölndals GK och P17 bedöms ha betydelse, men tillskottet härifrån är mera osäkert.

I tillförseln från åkermark ingår delvis de problem med ökad tillförsel av näringsämnen som ett ökat antal djur för med sig, eftersom den stallgödsel som produceras bör spridas på åkermarken. Men djuren kan även medföra problem om stallgödseln lagras på ett sådant sätt att näringsämnen lätt kan nå ån eller genom att djuren tillåts gå och beta hela vägen ner till ån, vilket kan resultera i ökad erosion.

Nederbörden kan antas ha betydelse för uttransporten men vilken effekt den får beror bland annat på hur och när under året nederbörden faller.

Problemet med ökande transporter beror på flera olika faktorer. Om åtgärder skall sättas in tycker jag det är bra att inte stirra sig blind på en enskild källa eller faktor. En bra början tycker jag kan vara att fokusera på åkermark och enskilda avlopp och de källor, både åkermark, enskilda avlopp och andra som ligger nära ån eller nära ett biflöde.

6 Referenser

- Adam (2007). Verksamhetsdatabssystem. Miljö och Hälsoskyddskontoret. Mölndals kommun.
- Albertsson, B (2006) *Riktlinjer för gödsling och kalkning 2007*. Jordbruksverkets rapport 2006:33. 72s.
- Avloppsguiden (2008a). *Infiltration*. <http://www.avloppsguiden.se/avloppsteknik/infiltration.htm> (2008-02-07).
- Avloppsguiden (2008b). *Markbädd*. http://www.avloppsguiden.se/avloppsteknik/Komponent_Markbadd.htm (2008-02-07).
- Bernes, C. (2003) *En varmare värld – växthuseffekten och klimatets förändringar*. Naturvårdsverket. ISSN: 1100-231X. 168s.
- Brag, E. (2007). *Egenkontrollprogram för Annebergssågen AB. Förslag till reviderat egenkontrollprogram avseende yttre miljö för verksamheten vid Annebergssågen AB*. Miljö och hälsa. Kungsbacka kommun.
- Bydén, S., Larsson, A-M., Olsson, M. (2003). *Mäta vatten – Undersökningar av sött och salt vatten*. Institutionen för Miljövetenskap och Kulturvård. ISBN: 91 88376 22 2. 131s.
- Cederlöf, F. (2005a). *Rapport från besiktning av Er avloppsanläggning – Ryared 1.29*. Miljö och Hälsoskyddskontoret. Kungsbacka kommun. Diariernr: 220/05-42-1.
- Cederlöf, F. (2005b). *Besiktningssprotokoll – Alafors 15:6. Miljö och Hälsoskyddskontoret*. Kungsbacka kommun. Diariernr: 1282/05-42-1.
- Djordjic, F., Johnsson, H., Brandt, M., Grahn, G. (2004) *Förbättringar i beräkningar av jordbruksläckaget*. Rapportserie för SMED och SMED/SLU. ISSN: 1652-4179. 23s.
- Ejhed, H., Malander, M., Staaf, H. (2004). *Kunskapsläget om enskilda avlopp i Sveriges kommuner. En enkätstudie*. Naturvårdsverkets Rapport 5415. ISSN: 0282-7298. 65s.
- Förordning 1998:899 om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Bilagan. Avdelning 1. Verksamheter. Jordbruk m.m. Djurhållning m.m. 1.20.
- Greppa näringen (2008a). *Fortsatt minskande trend för näringsöverskottet*. <http://www.greppa.nu/arkiv/nyhetsarkiv8senaste/nyhetsarkivet/fortsattminskandetrendefornaringsoverskottet.5.197871d1175322280a800031.html> (2008-02-04).
- Greppa näringen (2008b). *Ett varmare klimat ger ökade näringsförluster*.

<http://www.greppa.nu/arkiv/nyhetsarkiv8senaste/nyhetsarkivet/ettvarmareklimatgerokadenaringsforluster.5.14f79cb117833f3e278000609.html> (2008-02-04).

Hallands nyheter (2007). *Vite hotar hästgård*. http://www.hn.se/m_standard.php?id=671770&avdelning_1=109&avdelning_2 (2008-02-09).

Inventering av enskilda avlopp (1999). Pärm med förteckning över fastigheter som ingick i inventeringen av enskilda avlopp i Lillåns avrinningsområde. Kungsbacka kommun.

Kungsbacka kommun (1994). Årsrapport för Kungsbackaåns vattenvårdsförbund.

Kungsbacka kommun (1996). Årsrapport för Kungsbackaåns vattenvårdsförbund.

Kungsbacka kommun (2004). Öjerbo avloppsreningsverk (Årsrapport). Öjerbo 1.29 Älvsåker. Miljö och Hälsoskyddskontoret. Diarienumr.: 646/05-42-1.

Kungsbacka kommun (2006). Årsrapport för Kungsbackaåns vattenvårdsförbund.

Kungsbacka kommun (2007). Karta över fastigheter anslutna till det kommunala avlopps nätet. VA-avdelningen, förvaltningen för Teknik.

Kungsbacka kommun (2008). Miljö- och hälsoskyddskontorets arkiv.

Kungsbackaåns vattenvårdsförbund (2007). www.kbavvf.se.

Lagesson, H., Norling, K., Oscarsson, H. (2005). *Många bäckar små. Små bohusslänska bäckars transport av kväve och fosfor till Skagerrak*. Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Vattenvårdsenheten. Rapport 2005:49. ISSN: 1403-168X. 73s.

Lantmäteriet (2007a). Fastighetskarta för Härryda kommun. (Digital version).

Lantmäteriet (2007b). Terrängkarta för Mölndals kommun. (Digital version).

Lantmäteriet (2007c). Fastighetskarta för Kungsbacka kommun. (Digital version).

Lantmäteriet (2007d). Karta över adresspunkter för Kungsbacka kommun. (Digital version).

Lantmäteriet (2007e). Lantmäteriets Gröna Karta över Västra Götaland. (Digital version).

Löfgren, S., Olsson, H. (1990) *Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland: Underlagsrapport till Hav-90, Aktionsprogram mot havsföroreningar*. Naturvårdsverkets rapport 3692. ISSN 0282-7298. 100s.

Marks kommun (2007). GSD-fastighetskarta.

- Miljömålsportalen (2007). *Miljömål 7 – Ingen övergödning*. www.miljomal.nu/om_miljomalen/miljomalen/mal7.php (2007-12-08).
- MiljöReda (2007, 2008). Verksamhetsdatabssystem. Miljö och Hälsoskyddskontoret. Kungsbacka kommun.
- Mölnåls kommun (2007a). Karta över fastigheter. Gatukontoret.
- Mölnåls kommun (2007b). Miljö- och Hälsoskyddskontorets arkiv.
- Naturvårdsverket (2008a). *Jordbrukets förluster av växtnäring*. <http://www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Areella-naringar/Jordbruket/Jordbruket/> (2008-01-28).
- Naturvårdsverket (2008b). *Jordbrukets användning av växtnäring*. <http://www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Areella-naringar/Jordbruket/Jordbrukets-anvandning-av-vaxtnaring/> (2008-01-28).
- NFS 2006:7 *Naturvårdsverkets allmänna råd om små avloppsanläggningar för hushållsspillvatten*. ISSN 1403-8234.
- SMHI's pulsberäkningar 1995-1999; 2001-2006. Se respektive årsrapport för Kungsbackaåns vattenvårdsförbund. Kungsbacka kommun.
- Sonesten, L., Wallin, M., Kvarnäs, H. (2004). *Kväve och fosfor till Vänerne och Västerhavet – Transporter, retention och åtgärdsscenarioer inom Göta Älvs avrinningsområde*. Länsstyrelsen i Västra Götalands län. Rapport 2004:33. ISSN:1403-168X. 191s.
- Sonesten, L. (2005). *Källfördelning av kväve och fosfor i Glummans avrinningsområde*. Institutionen för miljöanalys, SLU. Rapport 2005:17. ISSN: 1403-977X. 13s.
- Statistiska centralbyrån (2008a). <http://www.ssd.scb.se/databaser/makro/Save-Show.asp> (2008-02-09).
- Statistiska centralbyrån (2008b). *Hästar och anläggningar med häst 2004*. http://www.scb.se/statistik/JO/JO0107/2004M10/JO0107_2004M10_SM_JO24SM0501.pdf (2008-02-09).
- Sveriges Geologiska Undersökningar (2008). <http://maps.sgu.se/sguinternet-maps/jona/viewer.htm> (2008-02-09).
- Ulén, B. (2005). *Fosforförluster från mark till vatten*. Naturvårdsverkets rapport 5507. ISSN: 0282-7298. 61s.
- Vattenmyndigheten (2007). Vattenmyndighetens vattenkarta över avrinningsområden.

Wennerblom, T., Kvarnäs, H. (1990) . *Växtnäring, en beräkningsmodell*. Excel-fil med modellen har jag fått från Stefan Bydén.

Wennerblom, T., Kvarnäs, H. (1996). *Växtnäring, en beräkningsmodell*. Naturvårdsverkets rapport 4490. ISSN: 0282-7298. 9s.

Westerlind, C. (1999-07-07) *Delegeringsyttrande del-289/98. Anmälan om anläggande av enskild avloppsanläggning inom fastigheten Ranntorp 2:2 m fl.* Miljö och Hälsoskyddskontoret. Mölndals kommun, Diariernr: 446-0034/98.

Östman, P. (2006-10-20). *Tillsynsrapport för Hällesåkers Reningsverk*. Miljö och Hälsoskyddskontoret. Mölndals kommun. Diariernr: 473-0026/95.

Östman, P., Jevås, L-E. (2007-10-26). *Tillsynsprotokoll för Mölndals Golfklubb*. Miljö- och hälsoskyddskontoret. Mölndals kommun. Diariernr 473-0011/06.

Muntliga referenser

Anna Ahlstedt (muntligt 2008). Miljö- och hälsoskyddskontoret. Kungsbacka kommun.

Bodil Aronsson - Forsberg (via mail 2008). Miljö- och hälsoskyddskontoret. Kungsbacka kommun.

Tina Bodin (muntligt 2008). Miljö- och Hälsoskyddskontoret. Kungsbacka kommun.

Anders Bruce (via mail 2007) Miljö- och Hälsoskyddskontoret. Härryda kommun.

Monica Ericson (skriftligt 2007, muntligt 2007). Miljö- och hälsoskyddskontoret. Mölndals kommun.

Pehr Hansson (muntligt 2007). Kungsbacka kommun.

Lars-Erik Jevås (muntligt 2007). Miljö- och hälsoskyddskontoret. Mölndals kommun.

Göran Nord (muntligt 2007). Miljö- och hälsoskyddskontoret Mölndals kommun.

Annika Olsson (muntligt 2008). Miljö- och hälsoskyddskontoret Kungsbacka kommun.

Lars Stibe (via mail 2007a) Länsstyrelsen i Hallands län. Mätvärden för P13 år 1995-2006.

Lars Stibe (via mail 2007b). Länsstyrelsen i Hallands län. SMHI's pulsberäkningar år 2000.

Per Söderström (2007, 2008). Plan och Bygg, Kungsbacka kommun.

Hansi Wennergrund (via mail 2007). Mölndals Golfklubb.

7 Bilagor

Kartbilaga A – Stefan Bydén's karta över Kungsbackaåns avrinningsområde, med delavrinningsområden markerade.

Bilaga A – Bilaga A – Flöden, koncentrationer och transporter.

Bilaga B – Indata till modellen Växtnäring – en beräkningsmodell.

Bilaga C - Figurer över kvävetillförseln vid scenario 1a.

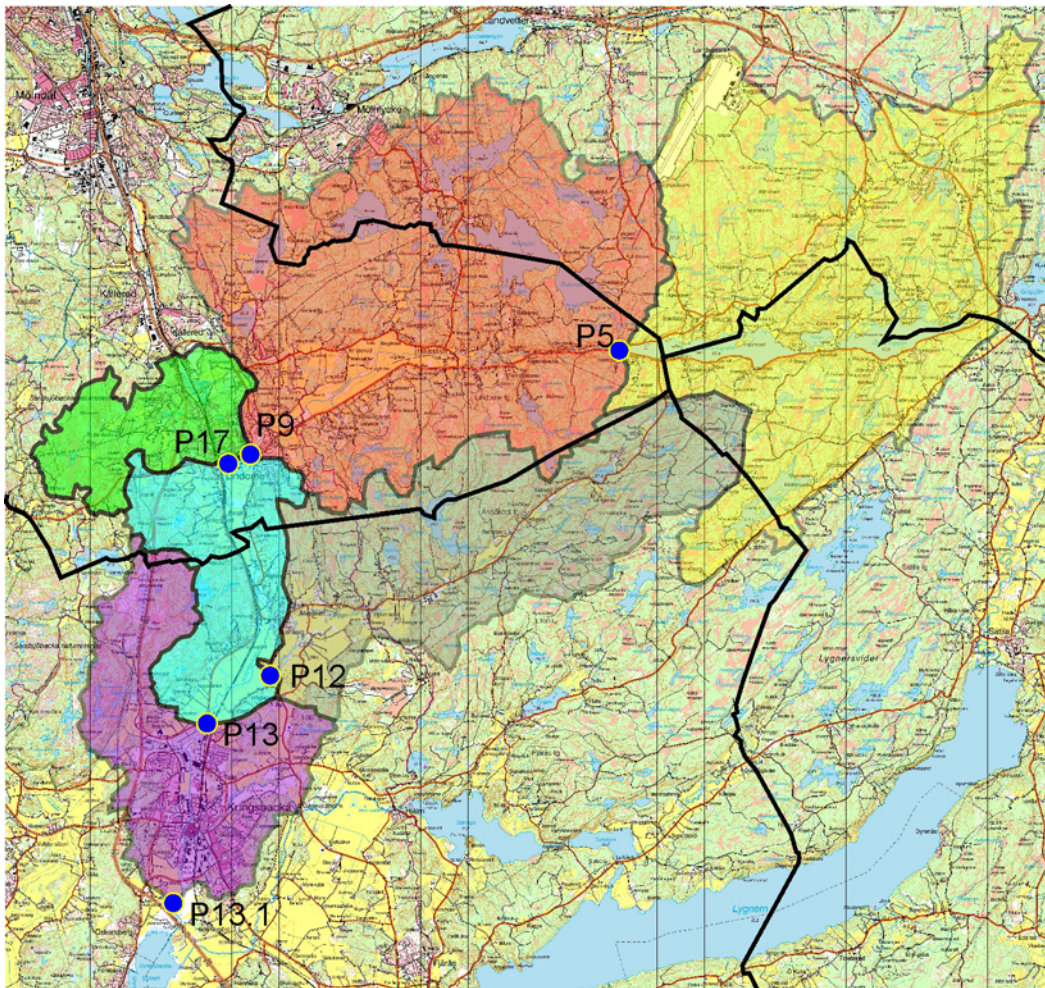
Bilaga D – Indata till modellen samt figurer över kväve- och fosfortillförseln vid scenario 1b.

Bilaga E – Figurer över kväve- och fosfortillförseln vid scenario 2.

Bilaga F – Indata till modellen samt figurer över tillfört kväve- och fosfor vid scenario 3.

Kartbilaga A

Stefan Bydén's karta över Kungsbackaåns avrinningsområde, med delavrinningsområden markerade.



Bilaga A

Flöden, koncentrationer och transporter

P5 - Västra Ingsjöns utlopp					
År	flöde (m ³ /s)	tot-N (µg/L)	Transport tot-N (ton/år)	tot-P (µg/L)	Transport tot-P (ton/år)
1995	1,86	476,2	27,9	13,9	0,816
1996	0,79	449,5	11,9	5,1	0,12
1997	1,3	500	20,49	3,4	0,138
1998	2,29	505	36,46	4,4	0,319
1999	2,54	571,7	45,79	7,0	0,56
2000	2,56	535	43,19	11,2	0,9
2001	1,61	534,3	27,12	5,9	0,297
2002	1,88	506	29,99	4,2	0,249
2003	1,12	488,3	17,24	4,9	0,174
2004	1,85	561,7	32,76	6,8	0,399
2005	1,93	483,3	29,41	8,8	0,537
2006	2,58	542,9	44,16	2,7	0,221

P9 - Nedströms Lindome					
År	flöde (m ³ /s)	tot-N (µg/L)	Transport tot-N (ton/år)	tot-P (µg/L)	Transport tot-P (ton/år)
1995	4,4	695,9	85,86	39,0	4,95
1996	2,1	670,8	47,55	25,2	1,66
1997	3,3	787,8	82,82	47,1	4,95
1998	5,7	703,3	139,97	21,7	4,24
1999	6,4	597,5	120,30	19,0	3,10
2000	6,2	672,5	133,22	29,3	7,23
2001	3,8	680,0	101,25	40,3	4,75
2002	4,6	648,3	104,86	17,3	3,03
2003	3,2	736,7	78,06	16,7	1,72
2004	4,7	674,2	103,32	15,7	2,20
2005	4,4	629,2	86,89	23,4	2,95
2006	6,9	655,0	129,26	23,7	5,73

P12 - Lillån					
År	flöde (m3/s)	tot-N (µg/L)	Transport tot-N (ton/år)	tot-P (µg/L)	Transport tot-P (ton/år)
1995	1,8	861,1	44,40	80,8	3,67
1996	0,5	986,7	17,10	52,2	0,74
1997	0,8	1038,9	27,51	90,2	2,39
1998	1,4	773,3	36,10	38,2	1,74
1999	1,6	811,7	38,56	54,2	2,55
2000	1,5	963,3	47,99	90,8	4,89
2001	0,9	1165,0	34,88	107,5	3,18
2002	1,1	912,5	37,36	60,3	2,47
2003	0,8	1136,7	31,42	58,0	1,52
2004	1,2	895,0	35,07	46,8	1,66
2005	1,0	786,7	24,93	60,1	1,91
2006	1,7	810,0	36,01	43,7	2,21

P13 - Heden					
År	Flöde (m3/s)	Tot-N (µg/L)	Transport Tot-N (ton/år)	Tot-P (µg/L)	Transport Tot-P (ton/år)
1995	5,4	806,7	111,47	55,1	5,82
1996	3,8	856,7	70,73	29,1	2,24
1997	4,1	1012,5	130,33	34	3,55
1998	7	975,83	223,46	52,3	13,29
1999	7,9	870	215,80	47,2	10,52
2000	7,7	963,3	161,83	27,6	5,79
2001	4,7	784,2	120,90	35,7	5,05
2002	5,6	888,3	156,40	44,8	7,17
2003	3,9	1031,7	131,78	42,3	5,40
2004	5,8	807,5	151,53	39,9	6,83
2005	5,4	719,2	121,96	39	5,99
2006	8,4	780,8	182,62	34,8	10,10

Bilaga B

Indata till modellen Växtnäring – en beräkningsmodell

Tabell över indata				
Område	P9 del	P12	P13 del	P13
Beräkningsår	2004	2004	2004	2004
Områdets area (km ²)	92,1	51,9	21,47	165,47
Avrinning m ³ /s		1,2		
Avrinning i mm/år	810,83		673,9	673,9
Skog (km ²)**	68,9	34,6	10,67	114,17
Myr (km ²)**	3,2	4,66	0,64	8,5
Sjö (km ²)**	7,8	1,5	0,3	9,6
Åker, totalt (km ²)**	11,2	10,8	7,45	29,4
Övrig Mark (km ²)**	1	0,3	2,4	3,7
Djurenheter (antal de)	657	473	356	1486
Mjölkkor (antal)	47	150	24	221
Mjölkrum rening slamavskiljning (%)	39	0	39	39
Mjölkrum rening slamavskiljning + infiltration (%)	18	0	18	18
Mjölkrum gödsel/urinbehållare (%)	21	100	21	21
Mjölkrum direkt recipient (%)	22	0	22	22
Enskilda avlopp (pe)	3754	1700	2143	7597
Enskilda avlopp andel P-fria diskmedel	98	98	98	98
Enskilda avlopp enbart slamavskiljning	33	30	33	33
Enskilda avlopp slamavskiljning + infiltration	46	52	46	46
Enskilda avlopp slamavskiljning + markbädd	21	18	21	21
AR-verk över 2000pe (ton N/år)		0,402		0,402
AR-verk över 2000pe (kg P/år)		3,78		3,78
AR-verk enligt scablonberäkningar (anslutna pe)	248			248
Industri, direktutsläpp fosfor (kg/år)*			522,8	922,8
Industri, direktutsläpp kväve (ton/år)*			11,0139	43,8
Fiskodling utsläpp fosfor (kg/år)		12		12
Fiskodling produktion (ton/år)		6		6

(Alla siffror har avrundats till närmaste heltal där så behövs)

* Dessa värden representerar tillförseln från P17 respektive P5 och P17.

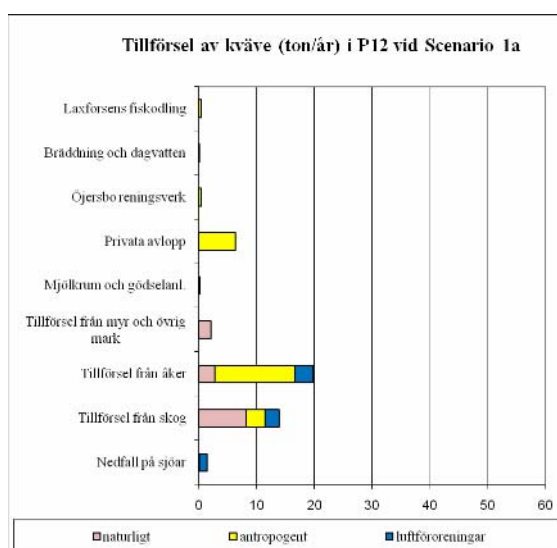
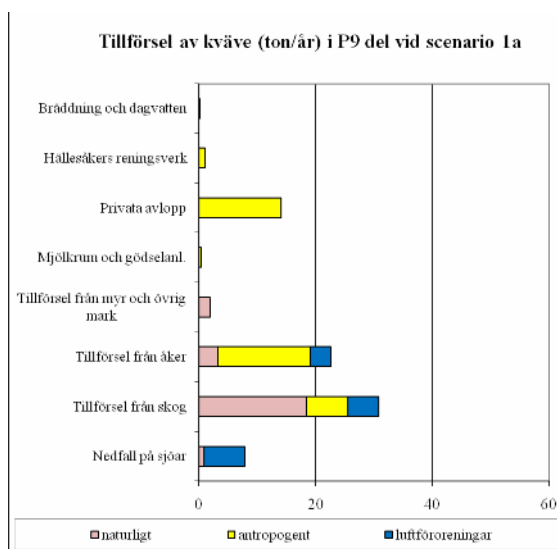
** Följande sammanslagningar har gjorts vid beräkning av markanvändningen:

Skog	Skog, barr- och blandskog; Lövskog; Barrskog
Myr***	Sank; Sank svi; Sankmark, normal; Sankmark, svårframkomlig; Annan sank
Sjö	Vatten; Vattenyta
Åker	Åker; Odlad åker; Öppen mark
Övrig mark	Bebyggelse, ind; Industriområde; Låg bebyggelse; Berg i dagen; Annan öppen mark; Annan öppen mark utan skogs

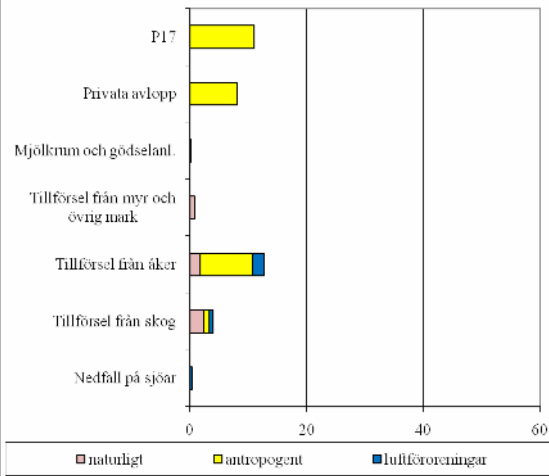
*** Sankmarker ligger i ett separat skikt och denna yta har jag dragit från skogsmark, annars blir ytan räknad två gånger.

Bilaga C

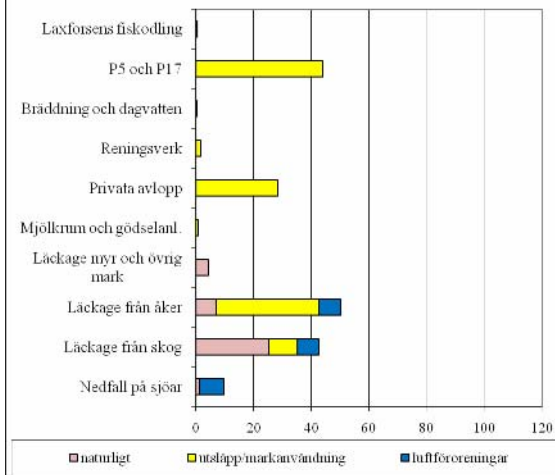
Figurer över kvävetillförseln vid scenario 1a.



Tillförsel av kväve (ton/år) i P13 del vid Scenario 1a



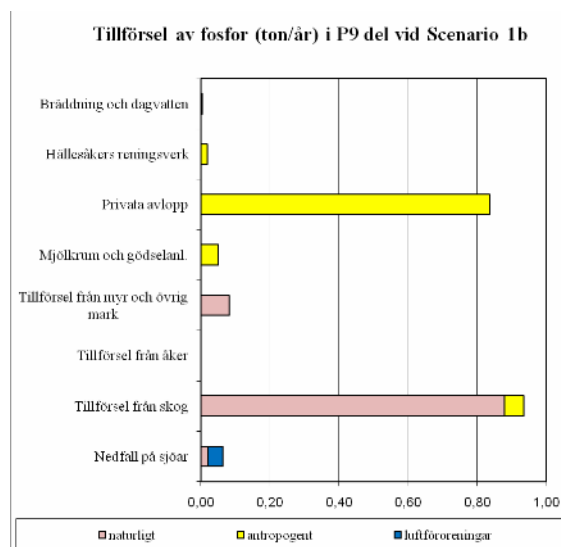
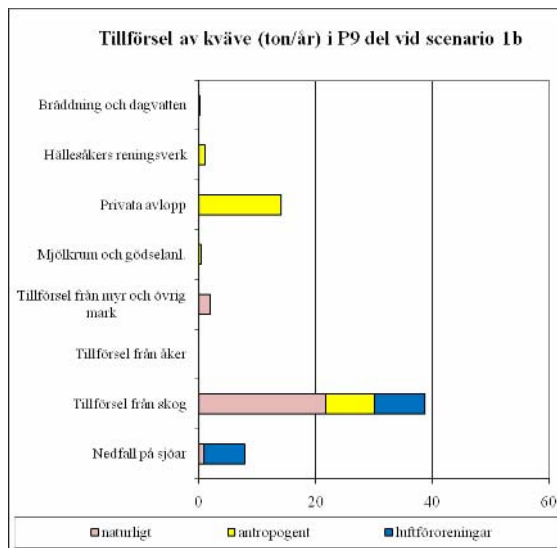
Tillförsel av kväve i hela P13 vid scenario 1a



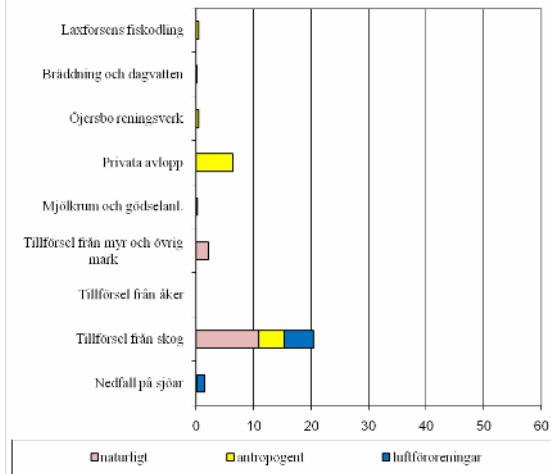
Bilaga D

Indata till modellen samt figurer över kväve- och fosfortillförseln vid scenario 1b

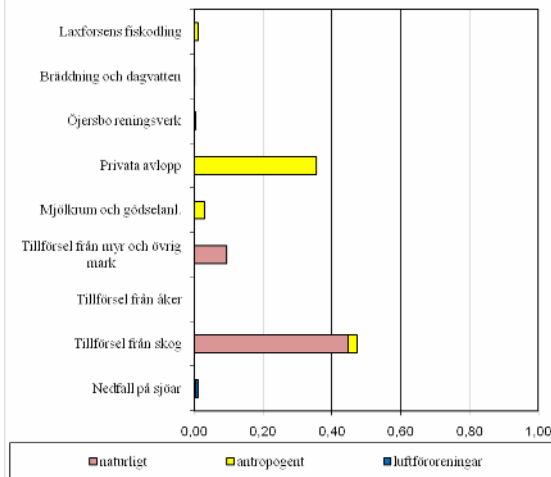
Ändringar vid scenario 1b				
	P9 del	P12	P13 del	P13
Total area skog (km2)	80,1	45,4	18,13	143,6
Bonitetsklass I (%)	22,6	31,4	47,1	28,5
Bonitetsklass II (%)	24,9	15,5	17	23,1



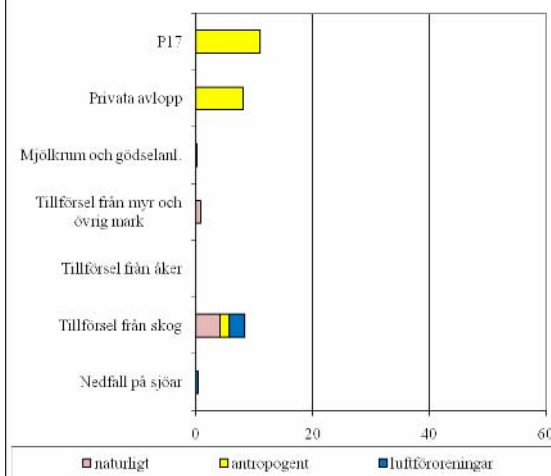
Tillförsel av kväve (ton/år) i P12 vid Scenario 1b

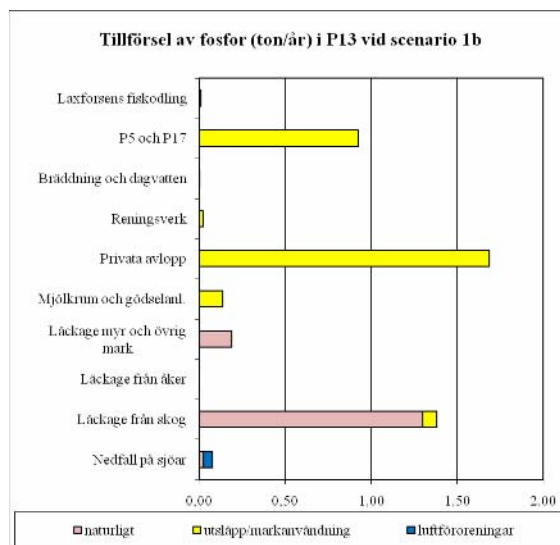
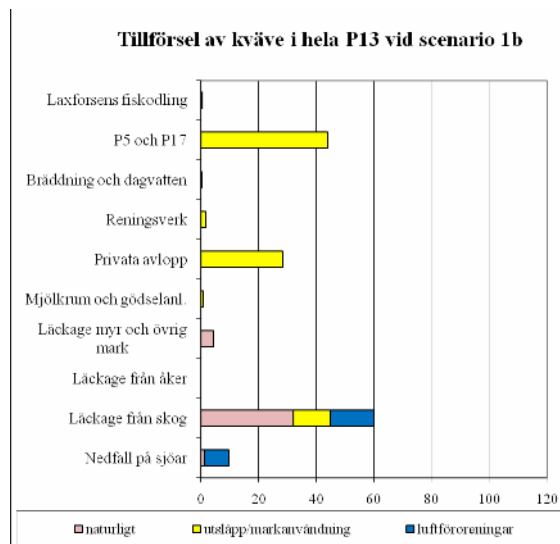
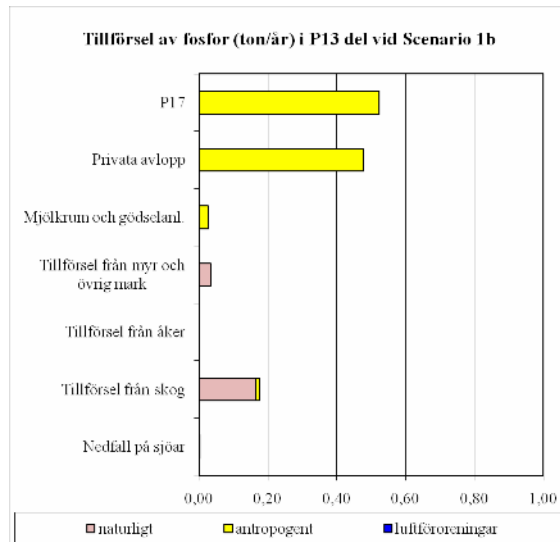


Tillförsel av fosfor (ton/år) i P12 vid Scenario 1b



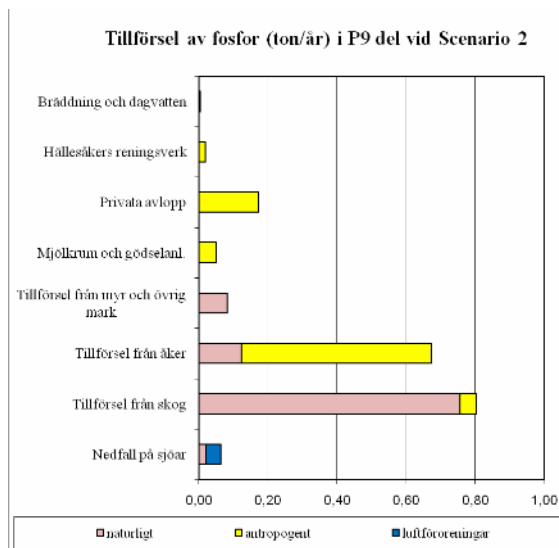
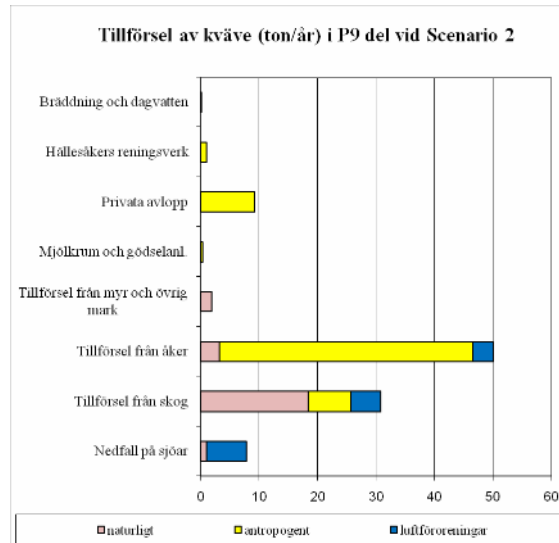
Tillförsel av kväve (ton/år) i P13 del vid Scenario 1b



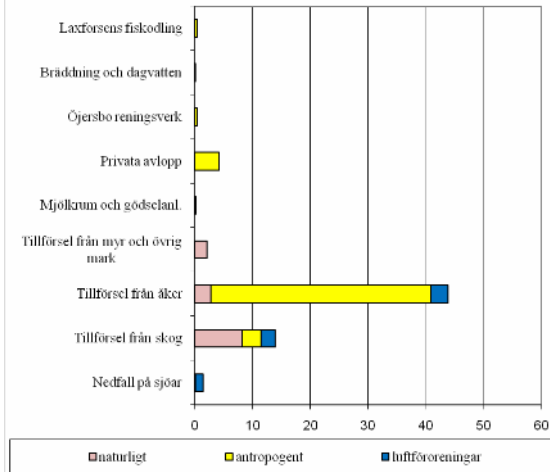


Bilaga E

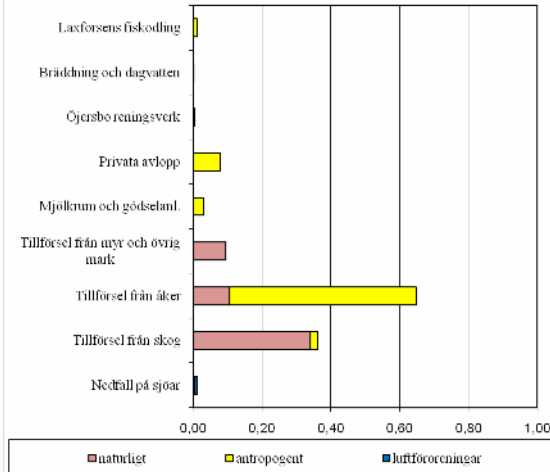
Figurer över kväve- och fosfortillförseln vid scenario 2



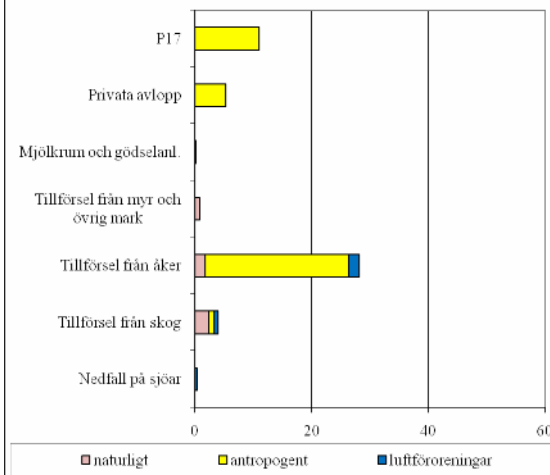
Tillförsel av kväve (ton/år) i P12 vid Scenario 2



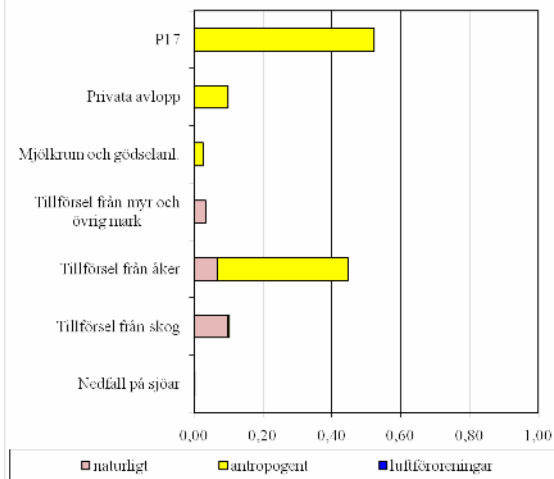
Tillförsel av fosfor (ton/år) i P12 vid Scenario 2



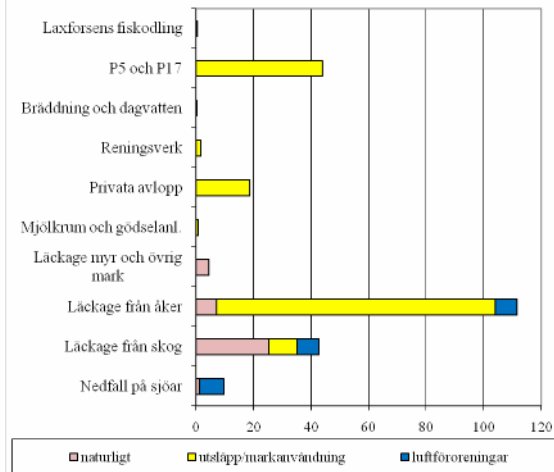
Tillförsel av kväve (ton/år) i P13 del vid Scenario 2



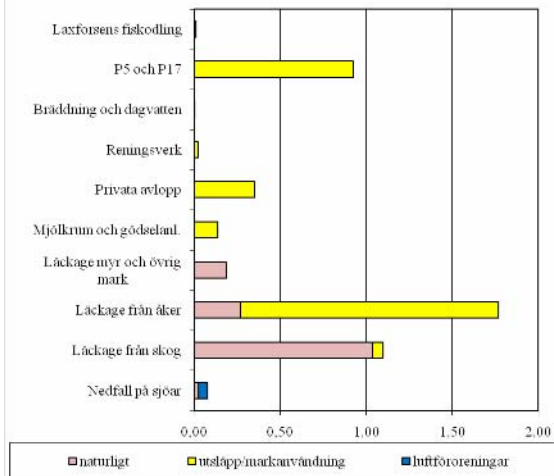
Tillförsel av fosfor (ton/år) i P13 del vid Scenario 2



Tillförsel av kväve i P13 vid scenario 2



Tillförsel av fosfor i P13 vid scenario 2

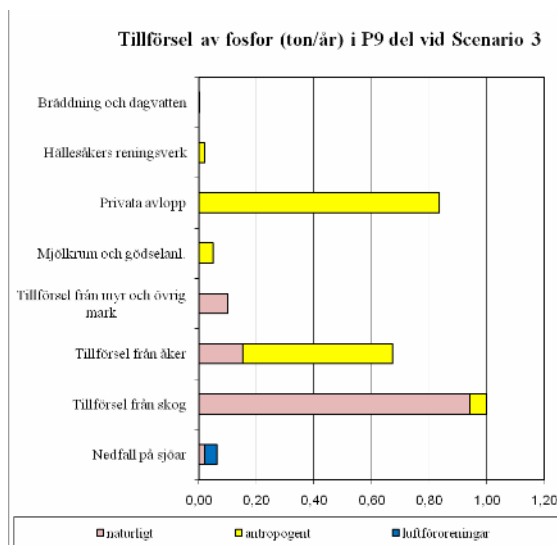
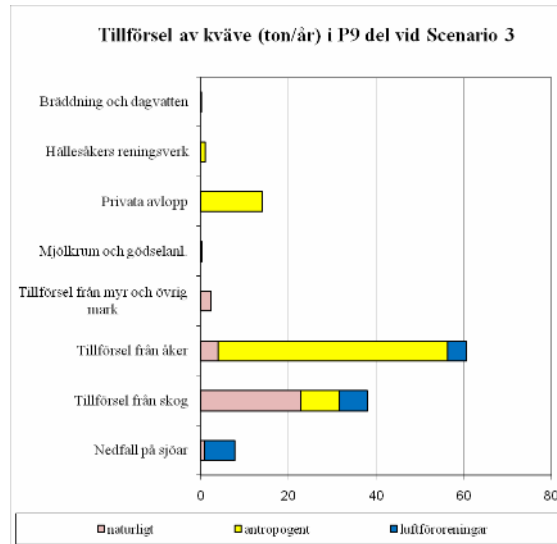


Bilaga F

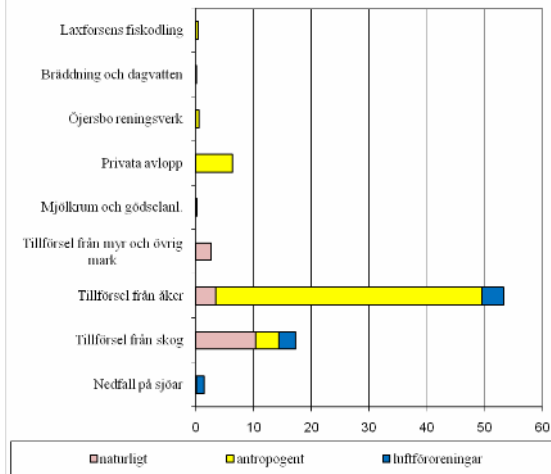
Indata till modellen samt figurer över tillfört kväve- och fosfor vid scenario 3. Observera att skalorna på dessa figurer skiljer sig från de andra källfördelningsfigurerna.

Ändringar i modellen vid scenario 3				
	P9 del	P12	P13 del	P13
Avrinning (mm/år)	1000,99	905,12	843,64	843,64
AR-verk över 2000pe (ton N/år)		0,503		0,503
AR-verk över 2000pe (kg P/år)		4,7		4,7
Industrier med direktutsläpp N (ton/år)*				720
Industrier med direktutsläpp P (kg/år)*				51,9

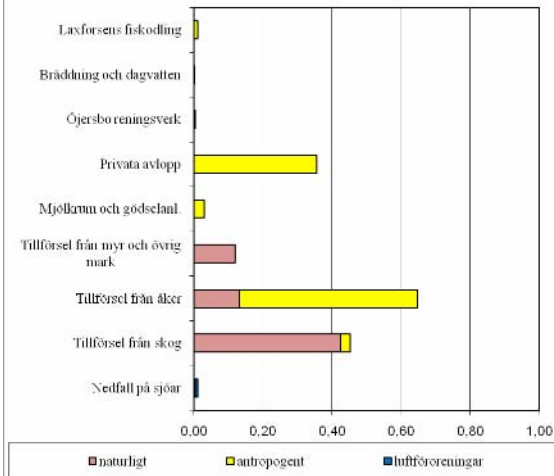
* Dessa värden representerar tillförseln från P17 respektive P5 och P17.



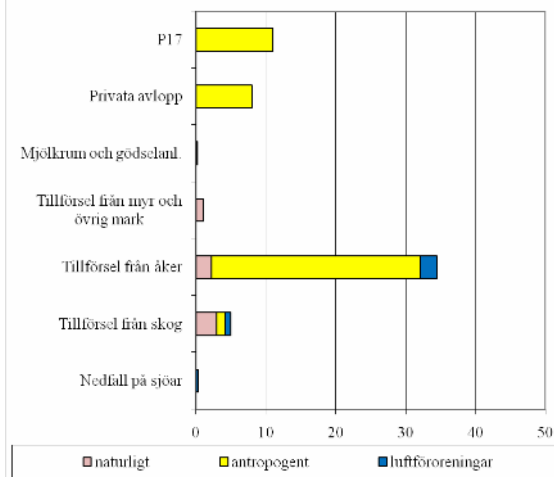
Tillförsel av kväve (ton/år) i P12 vid Scenario 3



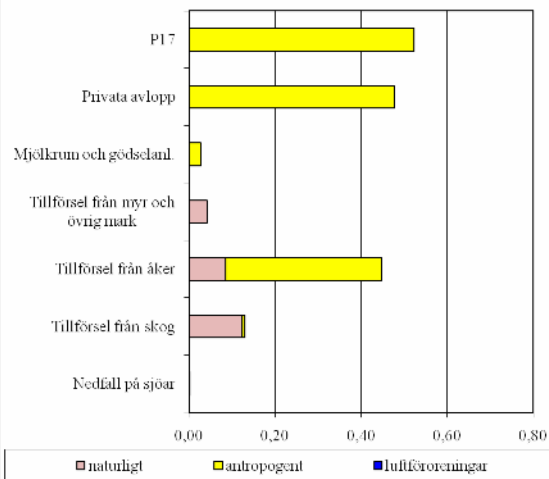
Tillförsel av fosfor (ton/år) i P12 vid Scenario 3



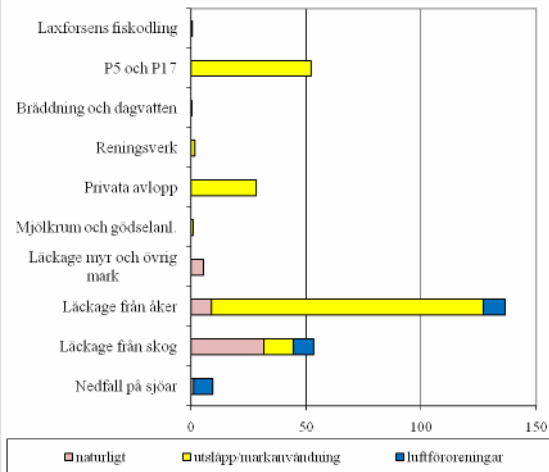
Tillförsel av kväve (ton/år) i P13 del vid Scenario 3



Tillförsel av fosfor (ton/år) i P13 del vid Scenario 3



Tillförsel av kväve (ton/år) i P13 vid scenario 3



Tillförsel av fosfor (ton/år) i P13 vid scenario 3

