

Fosforbelastning på Storån

– källfördelning och åtgärder



Camilla Ohlsson

Miljö i Mark
2006:4

MILJÖ I MARK är en rapportserie som presenterar planer, utredningar, inventeringar m.m. inom miljövårdsområdet i Marks kommun.

Syftet med *MILJÖ I MARK* är att sprida kunskap om natur och miljö i Mark och att informera om kommunens miljöarbete.

MILJÖ I MARK kan beställas från:

Marks kommun
Miljökontoret
511 80 KINNA

Telefon: 0320 – 21 72 77, 21 72 80

Fax: 0320 – 21 75 03

E-post: mhn@mark.se

Förord

Denna rapport är resultatet av ett 20 p examensarbete vid Göteborgs universitet. Rapporten kommer att användas i Marks kommuns arbete med miljö- och naturvård. Författaren är ensam ansvarig för innehållet i rapporten.

Anna Ek

Kommunbiolog Marks kommun

Sekreterare Lygnerns vattenvårdsförbund

Fosforbelastning på Storån

– källfördelning och åtgärder



Storån, Stockabäck 2005

Författare: Camilla Ohlsson

Handledare: Ragnar Lagergren

Ekologisk zoologi



Examensarbete för filosofie magisterexamen, 2006

Zoologiska institutionen, Göteborgs universitet

Författarens förord

Först och främst vill jag tacka mina handledare, Anna Ek, kommunbiolog i Marks kommun samt sekreterare i Lygnerns vattenvårdförbund och Ragnar Lagergren vid Göteborgs Universitet för ert stöd under arbetets gång. Jag vill även tacka Ove Linder, Teresia Persson och Tina Persson i Marks kommun, Anders Bruce, Härryda kommun samt Ulla Henskog, Bollebygds kommun som har hjälpt mig att ta fram uppgifter om djurbestand och avloppsanläggningar.

Jonas Andersson på länsstyrelsen i Västra Götaland har beräknat markanvändningen inom området, utan honom hade det här arbetet inte kunnat genomföras. Stort tack!

Jag vill även ge ett stort tack till Otto Pile, SGU för all hjälp med översättningen av svenska jordarter till engelska.

Bestämningen av avrinningsområdena har levererats av SMHI och finansierades av Lygnerns vattenvårdförbund.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
SUMMARY	4
INLEDNING	5
METOD	7
BESTÄMNING AV DELAVRINNINGSSOMRÅDEN SAMT AREALER FÖR MARKANVÄNDNINGAR	7
TYPHALTER FÖR BERÄKNINGAR	7
Beräkning av typhalt för åkermark	7
Typhalt för skogsmark samt övrig öppen mark	8
Typhalt för avverkad skogsmark	8
Typhalt för betesmark	8
Typhalt för deposition på sjö	8
Typhalt för sankmark/myr	8
VATTENFÖRING OCH AVRINNING	9
Specifik avrinning för delavrinningsområdena	9
PUNKTKÄLLOR	9
Mjölkrum och gödselanläggningar	9
Enskilda avlopp	9
ANTROPOGEN BELASTNING	10
BAKGRUND	11
OMRÅDESBESKRIVNING	11
VATTENFLÖDE OCH HALTER	12
AVRINNINGSSOMRÅDEN	13
TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR OCH ÅTGÄRDER	16
RESULTAT	17
VATTENFÖRING OCH AVRINNING	17
AREALSPECIFIKA FÖRLUSTER FÖR MARKANVÄNDNINGARNA	17
Åker- och betesmark	17
Sankmark, hygge samt skogsmark och övrig öppen mark	18
FOSFORBELASTNING FRÅN PUNKTKÄLLOR	18
Enskilda avlopp	18
Övriga punktkällor	19
KÄLLFÖRDELNING FÖR HELA OMRÅDET	20
KÄLLFÖRDELNING FÖR DELAVRINNINGSSOMRÅDEN	21
Delavrinningsområde A	21
Delavrinningsområde B	22
Delavrinningsområde C	23
ANTROPOGEN BELASTNING	24
DISKUSSION OM KÄLLFÖRDELNINGEN	25
ÅTGÄRDER	26
ÅTGÄRDER FÖR ENSKILDA AVLOPP	26
ÅTGÄRDER PÅ JORDBRUKSMARK	27
SÄRSKILT KÄNSLIGA OMRÅDEN	29
REFERENSER	30
BILAGA 1. VECKOMEDELVATTENFÖRING ENLIGT PULS-MODELLEN FÖR 2003 OCH 2004	32
BILAGA 2. BERÄKNINGAR AV FOSFORTRANSPORT 2003-2004	34
BILAGA 3. FOSFORTRANSPORT I STORÅN	38
BILAGA 4. BEDÖMNINGSGRUNDER FÖR MILJÖKVALITET	39
BILAGA 5. ENSKILDA AVLOPP, KOMMUNVIS	40
BILAGA 6. LYGNERNES AVRINNINGSSOMRÅDE	41

Sammanfattning

Den stora belastningen av närsalter leder till eutrofiering, övergödning, av våra vatten. Övergödningen förändrar sjöarnas biologiska, kemiska och fysikaliska egenskaper. Sjön Lygnern har ett lågt näringstillstånd men hotas av eutrofiering då transporterna av växtnäringssämnet fosfor till sjön är stora.

För att utreda förlusterna av fosfor från den nedre delen av Lygnerns största tillflöde, Storån, har två provpunkter i ån lagts till kontrollprogrammet. De nya provpunkterna innebär att Storåns avrinningsområde delas in i tre mindre områden, A, B och C för att få högre upplösning på beräkningarna. Belastningen av fosfor från ett avrinningsområde beror av markanvändningen i området, avrinningen, djurtätheten, standarden på enskilda avlopp, gödselanläggningar och kommunala reningsverk samt markens förråd av fosfor och förmågan hos jordarna att sorbera fosfor. Beräkningarna baseras på kommunal statistik från Härryda och Marks kommun samt antaganden för Bollebygds kommun. Markanvändningsstatistik har tagits fram av Länsstyrelsen i Västra Götaland. Vattenföring samt delavrinningsområden har beräknats av SMHI.

Resultaten visar att fosforbelastningen från avrinningsområdena är 3,5 ton fosfor per år varav största delen kommer från åkermark som står för 41 % av det totala fosforläckaget. Den näst största källan är enskilda avlopp som står för 26 % av den totala belastningen för hela det undersökta området. I de två nedre avrinningsområdena är åkermark den största enskilda källan medan det i det norra området C, beläget i Härryda och Bollebygds kommuner, är enskilda avlopp som står för det största fosforbidraget. Medelutsläppet från enskilda avlopp är 1,58 kg fosfor per hushåll och år i Bollebygds kommun och 1,31 kg per hushåll och år i Härryda kommun, jämfört med 1,16 kg per hushåll och år i Marks kommun. Skogsmarkens bidrag är betydande och utgör mellan 14-19 % mellan de olika områdena. Bidragen från övriga markanvändningar såsom sankmark, hyggen och betesmark är förhållandevis små och står tillsammans 9 % av det totala fosforläckaget. Kommunala reningsverk står för 4 % av bruttobelastningen.

De arealspecifika förlusterna av fosfor från åkermark är extremt höga i hela det undersökta området. För övriga markanvändningar motsvarar det beräknade läckaget av fosfor normalförluster från respektive markanvändning.

Den antropogena belastningen, det vill säga den som beror på mänsklig aktivitet beräknas stå för 73 % av bruttobelastningen. Åker- och betesmark bidrar med 50 % av det antropogena bidraget, enskilda avlopp med 36 %, kommunala reningsverk med 5 % och övriga punktkällor med 7 %. Den största andelen antropogent bidrag har område C där 79 % av fosforförlusterna har antropogent ursprung. Den stora andelen antropogent bidrag i det området beror på att avrinningen är lägre än i de övriga två områdena vilket ger lägre förluster från de olika markanvändningarna, samt att standarden på de enskilda avloppen i området är lägre. Inom området finns även två kommunala reningsverk samt en gödseldeponi i Rinna som bidrar till den antropogena belastningen.

För att minska belastningen av fosfor bör åtgärderna koncentreras till jordbruket och enskilda avlopp som är de största källorna till bruttobelastningen. Åtgärder för enskilda avlopp innefattar såväl förbättringar av redan befintliga anläggningar som att ersätta gamla och undermåliga reningsanläggningar med nybyggnationer. Reduceringen av fosfor från enskilda avlopp skulle öka med 75 % om alla presenterade åtgärder genomfördes. För jordbruksmark är åtgärderna mer generella då det är osäkert vilka fält inom jordbruksområdena som läcker mest fosfor. Några områden uppfyller flera av de kriterier som sammanknipas med höga förluster av fosfor, bland annat Strömma i Gärans avrinningsområde i Marks kommun samt Rinna, beläget söder om Bollebygd.

Summary

The increased load of nutrients in water bodies leads to eutrophication of lakes and rivers. High levels of nutrients, especially phosphorus, leads to increased primary production and the physical, chemical and biological status of the lake changes. Lake Lygnern in western Sweden has low levels of phosphorus, but due to high loads from the river Storån the balance of Lake Lygnern is at risk.

To investigate the allotment of phosphorus contributions to Storån the area was divided into three sub areas, A, B and C with the purpose of identifying sources of phosphorus. Different uses of the land lead to different leakage of nutrients from soils. Other contributors of phosphorus are sewage treatment plants, both private and municipal, as well as manure treatment and the soils ability of phosphorus sorption. Most crucial for all calculations of leakage from different lands is runoff. Calculations were based on statistics provided by Härryda and Mark municipalities and assumptions for Bollebygd municipality. Statistics of land use were delivered by Länsstyrelsen and calculations of flow and runoff areas were provided by SMHI.

The calculated total load of phosphorus, without retention, was 3,5 tons/year. Agricultural land stood for the largest contributions with 41 % of total loads, whereas private sewage plants accounted for 26 %. In the northern sub area private sewage plants account for the largest part of phosphorus loads to Storån. Average leakage from private sewage plants in sub area C are 1,58 kg of phosphorus per household and year in Bollebygd and 1,31 kg per household and year in Härryda, compared with 1,16 kg per household and year in Mark. Leakage from wooded ground stands for 14-19 % of total phosphorus loads in the area. Other lands, such as marshes, pastures and cutting grounds, as well as municipal sewage plants have no significant impact on phosphorus loads.

The contributions of phosphorus due to human activity accounts for 73 % of the load, where the leakage from agricultural land and pastures are the sources of greatest magnitude with 50 % of total anthropogenous loads. Private sewage plants accounts for 36 %, municipal sewage plants for 5 % and other sources for 7 % of phosphorus loads due to human activity. In area C the loads due to human activity stand for 79 % of total loads, due to low run-off which leads to low leakage from different land uses and low standard private sewage plants. There are also two municipal sewage plants located in the area which contributes to the high percentage.

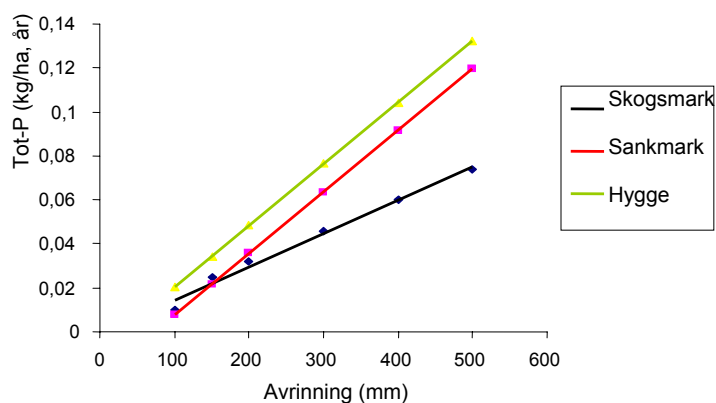
Agricultural land and private sewage plants should be the focus of measures taken. Measures for private sewage plants include improvements of existing plants as well as rebuilding old and deficient plants. The reduction in phosphorus loads from private plants would be about 75 % if all measures presented are executed. The measurements for agricultural land are described generally, since it is unknown which fields are the largest contributors. A few fields have characteristics which indicates high phosphorus leakage, among them Strömna and Rinna.

Inledning

Ökade belastningar av närsalter såsom fosfor och kväve leder till förhöjda näringstillstånd, eutrofiering, i vattendrag, sjöar och hav. Övergödningen förändrar produktionen i vattnet, vilket leder till ökad grumling, ökad syrgasförbrukning vid nedbrytning samt förändrad artsammansättning. I sötvatten är fosfor det begränsande ämnet för produktionen och därmed riktas arbetet mot eutrofiering i vattendrag och sjöar främst mot att kartlägga källfördelningen för fosfor i avrinningsområdet, samt finna åtgärder för att minska belastningen. Ingen övergödning ingår som ett av 16 nationella miljömål som Sveriges riksdag beslutade om 1999. Som delmål för år 2010 har en minskning av de antropogena fosforutsläppen med 20 % angivits.

Belastningen av fosfor till vatten kommer antingen från direkt identifierbara punktkällor, som enskilda avlopp och gödselstäder eller som diffust läckage från markerna runt vattendraget. Beroende på olika förutsättningar skiljer sig läckaget från olika markanvändningar. Enligt Naturvårdsverket (2003a) är åker- och betesmark den största källan till fosforbelastningen till havet och förlusterna beräknas utgöra 55 % av det antropogena bidraget. Historiskt har den mest näringsrika marken i använts för odling, vilket i västra Sverige innebär gamla havsbottnar och isälvssediment. Dessa redan näringsrika marker har därefter gödslats för att bibehålla eller öka uttagen. Förlusterna av fosfor från åkermark härrör främst från ytavrinning då stora mängder partikulärt fosfor följer med ut i vattendragen. (Ulén, 2002; Djodjic et al., 2004). Jordar läcker även fosfor genom det infiltrerade vattnet och vidare grundvattenflöden. Lerjordar har visat sig ge störst fosforförluster via läckage (Djodjic et al., 2004) då perkolerat vatten med lösta ämnen snabbt leds till grundvattennivå via makroporer utan att sorberas vid jordpartiklar. Ju längre tid det tar för perkolerat vatten att rinna genom jordlagren, desto större är möjligheterna att lösta näringsämnen sorberas. Ulén (2001) fann vid undersökningar att förlusterna av fosfor från jordbruksmark till stor del var beroende av fyra parametrar; djurtäthet, matjordens halt av förrådsfosfor och sammansättning av sand, silt och ler samt varaktigheten hos höga flöden. Djurhållningen har minskat i Sverige men samtidigt koncentrerats så att ett fåtal gårdar har fler djurenheter än tidigare (Statens Jordbruksverk, 2000). Detta ger lokalt stora belastningar av fosfor på markerna då en djurenhet antas producera 12 kg P/år (Wennerblom & Kvarnäs, 1996). Djurgårdar (> 0.10 de/ha) har också visat sig gödsla mer än växtodlingsgårdar (SCB, 2004).

Den markanvändning som har lägst läckage per ytenhet är skogsmark (Löfgren & Olsson 1990). Skogsmarkens läckage av fosfor sätts som bakgrundsnivå när man beräknar hur stor del av belastningen som beror på mänskliga aktiviteter. Vid avverkning av skog ökar ytavrinningen och transporten av fosfor samtidigt som det saknas växtlighet som kan ta upp näringsämnen. Tillkommer gör även röjgödslingseffekten man får då rötter bryts ner och markens fosforförråd ökar.



Figur 1. Samband mellan avrinning och fosforförlust för sankmark, skogsmark och hygge. Efter Löfgren & Olsson (1990)

Den avverkade skogsmarkens läckage antas därför vara dubbelt så stort som annan skogsmark under tre år efter avverkning. På grund av stora mängder lösta humusämnen får myr och sankmark ett två gånger större läckage av fosfor per ytenhet än skogsmark. Förlusterna från skogsmark, sankmark samt hygge beror av avrinningen (figur 1).

I västra Sverige är nedfallet av fosfor förhållandevis stort på grund av stora nederbördsmängder och närheten till hav och kontinent. En viss del av nedfallet hamnar direkt på sjöar och vattendrag vilket bidrar till fosforbelastningen. Betesmarker antas läcka lika mycket fosfor som brukad skogsmark (Brandt & Ejhed 2002), då kunskapen om betesmarkens läckage är bristfällig.

En vuxen människa producerar i genomsnitt 1,5 g P/dygn (Naturvårdsverket, 1995), eller 0,55 kg P/år via urin och fekalier. I områden där en stor del av hushållen har enskilda avlopp är därför standarden och reningsgraden för anläggningen av stor vikt för den totala fosforbelastningen. Användandet av fosforfria rengöringsmedel i Sverige har minskat de senaste 15 åren, men användningen har börjat öka igen (Ulén, 2005). Kommunala avloppsreningsverk är bra på att fälla ut fosfor ur avloppsvatten och har en reningsgrad på ungefär 95 % (Naturvårdsverket, 2003b; SCB 2002).

Hur stor del av den totala belastningen som kommer från de olika fosforkällorna skiljer sig åt mellan olika avrinningsområden beroende på hur stor andel de olika markslagen utgör samt standarden på enskilda avlopp, kommunala reningsverk, gödselanläggningar och mjölkkrum.

En del av den fosfor som belastar området stannar i marken genom markretention. Hur stor retentionen är kan uppskattas genom att jämföra bruttobelastning och transport i vattendraget, då det saknas bra retentionsmodeller för fosfor.

Under 2002 uppmättes transporten av fosfor till Storåns mynning i sjön Lygnern till 6,5 ton per år. Mätningar längs med Storån visade att den största mängden av fosfor, 4 ton, tillkom efter det att Nolån och Sörån runnit samman. För att få en bättre bild av fosfortransporten beslutade Lygnerns vattenvårdsförbund att lägga till två provpunkter längs med Storån, en i Stockabäck söder om Rävlanda samt en i Gunnlered.

Under 2003 och 2004 var den genomsnittliga transporten från Storån till sjön Lygnern 4,9 ton fosfor per år. Av den totala transporten kom 1,3 ton P/år från Nolån och 0,7 ton P/år från Sörån, vilket ger att 2,9 ton fosfor tillkom i Storån. Denna rapport syftar till att bestämma hur stor bruttobelastningen är inom Storåns tre delavrinningsområden samt presentera åtgärder för att minska fosforbelastningen på Storån och därmed även Lygnern.

Metod

Bestämning av delavrinningsområden samt arealer för markanvändningar

Delavrinningsområdenas storlek och utformning har beräknats av Daniel Björkert, SMHI. Arealen för de olika markanvändningarna inom varje delavrinningsområde har därefter beräknats i GIS av Jonas Andersson vid länsstyrelsen i Västra Götaland. Arealen för betesmark har beräknats utifrån Statistik för avrinningsområden (SCB, 2003) samt efter antagandet att fördelningen av betesmark är jämnt fördelad över hela Rolfsåns avrinningsområde.

Typhalter för beräkningar

Fosforbelastningen har till största delen beräknats utifrån de typhalter som används i Naturvårdsverkets rapport nr 5247 ”Transport, Retention och Källfördelning- belastning på havet” (TRK). För enskilda avlopp och djurbesättningar i Mark och Härryda har kommunal statistik använts. Utsläpp från gödselanläggningar samt deposition på sjöyta har beräknats med formler från Wennerblom & Kvarnäs (1996). Formlerna i TRK är hämtade från Löfgren och Olsson (1990) med uppdateringar vad gäller fosforförluster från åkermark och betesmark där samband från miljöövervakningsdata används.

Beräkning av typhalt för åkermark

Åkermarkens fosforförluster bestäms av markens fosforförråd, åkermarkens specifika yta, avrinningen och antalet djurenheter som betar på åker (Ulén 2001). Andra faktorer som brukningsmetoder och gödsling påverkar också fosforförlusterna men tas inte med i beräkningen. Formeln som används vid beräkning av åkermarkens fosforförluster är

$$\text{Tot-P} = (-0,0803 + 0,1 * \text{dLD} + 0,003 * \text{SoilSps} + 0,0025 * \text{PHClss}) * Q \quad \text{formel 1}$$

där Tot-P (kg/km²/år) är förlusten av totalfosfor, dLD (DE/ha) är djurtätheten, SoilSps (m² m⁻³ * 10⁻⁶) är åkermarkens specifika yta, PHClss (mg/100 g torr jord) är förrädsfosfor i matjorden och Q (mm) är avrinningen. Antalet djur inom respektive delavrinningsområde har levererats av kommunerna med undantag för Bollebygds kommun. För beräkningarnas skull har det antagits att djurtäthet där är densamma som i det delavrinningsområde som har lägst djurtäthet, det vill säga delavrinningsområde B.

Antalet djurenheter har beräknats med formeln

$$\text{DE} = \text{kor} + (\text{kvigor} + \text{tjurar} + \text{stutar})/2 + \text{kalvar}/4 + \text{får}/10 + (\text{suggor} + \text{galtar})/3 + \text{slaktsvin}/10 + \text{smågrisar}/20 + \text{höns}/100 + \text{hästar} \quad \text{formel 2}$$

där DE är antalet djurenheter. I TRK antas att 30 % av djurenheternas spridningsareal utgörs av bete utanför åker. Djurtätheten har därför beräknats med 70 % av djurenheterna enligt

$$\text{dLD} = (\text{DE} * 0,7) / \text{åkerarealen} \quad \text{formel 3}$$

Åkermarkens specifika yta, SoilSps, har beräknats enligt formeln:

$$\text{SoilSps} = (8,0 * \text{xler} + 2,2 * \text{xsilt} + 0,3 * \text{xsand}) * \text{Densitet, jord} * 0,001$$

där xler är fraktionen mindre än 2 mikrometer, xsilt är fraktionen 2 - 60 mikrometer och xsand är fraktionen 60-200 mikrometer. Densiteten är satt till 1250 (kg/m³). Fördelning mellan olika

jordarter inom odlade områden har beräknats med jordartskartor levererade av SGU, Sveriges geologiska undersökning. Uppgifter om matjordens sammansättning av sand, silt och ler har hämtats från Eriksson et al (1999). Dessa har sedan översatts till det internationella systemet (Otto Pile, SGU muntl.).

Markens halt av förrädsfosfor har hämtats från Eriksson et al. (1997).

Typhalt för skogsmark samt övrig öppen mark

För beräkning av skogsmarkens och den övriga öppna markens fosforförluster används i TRK samband framtagna av Löfgren och Olsson (1990). Läckage från skogsmark och övrig mark i Sverige söder om Dalälven beräknas då enligt formeln

$$\text{Tot-P} = 1,40 \cdot 10^{-4} \cdot Q - 3,83 \cdot 10^{-3}, \quad \text{formel 4}$$

där Tot-P (kg/ha, år) är förlusten av totalfosfor och Q (mm) är avrinningen.

Typhalt för avverkad skogsmark

Skogsmark som kalavverkas läcker mer näringsämnen än opåverkad skog. Avverkning beräknas ge ett förhöjt läckage under tre år. Som typhalt har ansatts 2 gånger halten för skogsmark,

$$\text{Tot-P} = 2,80 \cdot 10^{-4} \cdot Q - 7,66 \cdot 10^{-3} \quad \text{formel 5}$$

där Tot-P (kg/ha, år) är förlusten av totalfosfor och Q (mm) är avrinningen.

Typhalt för betesmark

Typhalt för fosforförluster från betesmark har i TRK-projektet ansatts till 0,045 mg/l. Detta är en uppskattning av förlusterna baserat på de arealspecifika förluster som anses normala för mindre erosionsbenägen vintergrön åker enligt ”Bedömningsgrunder för miljö kvalitet” (Naturvårdsverket 1999). Arealen betesmark har beräknats fram efter antagandet att 1,9 % av den totala arealen i avrinningsområdet utgörs av betesmark. Siffran är hämtad från SCB: s statistik för avrinningsområden (2000) och har här antagits gälla för alla delar av Rolfsåns avrinningsområde. Motsvarande yta har dragits av från övrig öppen mark.

Typhalt för deposition på sjö

Deposition på sjöytor antas vara försumbar i TRK-projektet, men på grund av stora sjöarealer och närheten till havet har beräkning av depositionen därför gjorts med uppgifter från Löfgren och Olsson (1990) enligt formeln:

$$\text{Tot-P} = A_{\text{sjö}} \cdot 8,0 \quad \text{formel 6}$$

där Tot-P (kg/km², år) är förlusten av totalfosfor och A_{sjö} är sjöarealen (km²) inom delavrinningsområdet. Konstanten är det antagna nedfallet av fosfor (kg/km², år).

Typhalt för sankmark/myr

Som typhalt för sankmark och myr har samband från Löfgren och Olsson (1990) använts. Beräkningar har gjorts enligt formeln:

$$\text{Tot-P} = 2,80 \cdot 10^{-4} \cdot Q - 7,66 \cdot 10^{-3} - 1,27 \cdot 10^{-2} \quad \text{formel 7}$$

där Tot-P (kg/ha/år) är förlusten av totalfosfor Q (mm) är avrinningen.

Vattenföring och avrinning

Veckomedelvattenföringen i Rolfsån (Bilaga 1) bestäms enligt kontrollprogrammet av SMHI: s PULS-modell. För punkterna 14, 50 a och 50 b utförs inga PULS-beräkningar av flödet utan dessa värden är beräknade utifrån områdenas arealer samt flödet i nedströms liggande provpunkt.

Beräkning av avrinning har gjorts i Vattenplanering-Växtnäring: en beräkningsmodell. (Wennerblom, Kvarnäs, 1996) enligt formeln:

$$a = ((Q * 31536000) / A) * 1000 \quad \text{formel 8}$$

där a är avrinningen (mm), Q är medelvattenflöde (l/s) till respektive provpunkt och A är arean i km² för delavrinningsområdet. Konstanten är antalet sekunder/år.

I beräkningen av avrinningen har den beräknade årsmedelvattenföringen för 2003-2004 använts för provpunkt 60. Då det saknas PULS-beräkningar av vattenföring för punkterna 50 a och 50 b har beräkningar av årsmedelvattenföringen för 2003-2004 använts.

Specifik avrinning för delavrinningsområdena

Avrinningen är inte lika stor i varje delavrinningsområde. För att beräkna den specifika avrinningen i varje delavrinningsområde har årsmedelvattenföringen för varje provpunkt subtraherats med årsmedelvattenföringen i den tidigare provpunkten. Avrinningen har sedan beräknats med formel 8 ovan.

Punktkällor

Mjölkrum och gödselanläggningar

I TRK-projektet antas att alla gödselanläggningar håller den standard som Miljöbalken dikterar, vilket skulle innebära att läckaget är försumbart. Alla gödselanläggningar i delavrinningsområdena är dock inte inventerade och det är osäkert om de uppfyller lagkraven. Beräkning av fosforutsläpp från gödselanläggningar har baserats på kommunala uppgifter om djurbestand från Mark och Härryda, typ av gödselanläggning från Marks kommun samt på data från Löfgren och Olsson (1990) där produktionen av närsalter i gödsel har satts till 12 kg P/år och djurenhet och läckaget uppskattats till 0,5 %.

Fosforbelastningen från mjölkrum har beräknats utifrån antagandet att 95 % av diskmedlen är fosforfria (Malvenius 2005). Fördelning mellan olika reningsanläggningar har erhållits från miljökontoret i Mark. Läckage av fosfor har beräknats med formler från Wennerblom och Kvarnäs (1996).

Gödseldeponin i Rinna

Fram till 2003 bedrevs gödseldeponi/jordförbättringsanläggning på hårdgjord mark vid Rinna söder om Bollebygd. Anläggningen mottog under 2003 gödsel från åtminstone 40 djurenheter. Vid beräkningen har det antagits att 20 % av fosfor i gödseln har förts ut i vattendraget och fosforinnehållet i gödseln har beräknats enligt ovan.

Enskilda avlopp

Antalet hushåll inom varje delavrinningsområde har beräknats med gula kartan från Lantmäteriet. Antalet personer/hushåll har satts till 3,4 efter uppgifter från Härryda kommun.

Utsläpp av fosfor har som normalvärde satts till 2,1 g P/person och dygn (Naturvårdsverket, 1995). Värdet baseras på ett bakgrundsvärde på 0,6 g P/person och dygn vid användning av fosfat innehållande rengöringsmedel samt 1,5 g P/person och dygn från urin och fekalier. Vid användning av fosfatfria rengöringsmedel är bakgrundsvärdet satt till 0,15 g/person och dygn. Uppgifter om fördelningen mellan olika reningsanläggningar har erhållits från Härryda och Marks kommun. Det totala utsläppet av fosfor från enskilda avlopp har beräknats genom att multiplicera producerad mängd fosfor per hushåll med reningskapaciteten i respektive anläggningstyp, (tabell 1).

Tabell 1. Reningsgrad för olika typer av avloppsanläggningar samt källa.

Anläggningstyp	Reningsgrad (%)	Referens
Enbart slamavskiljning	15	Johansson & Kvarnäs 1998
Slamavskiljning + Infiltration	60-80	NV 1991
Slamavskiljning + Markbädd	25-50	NV 1991
Slamavskiljning + Stenkista	30	Ove Linder, Marks kommun
Stenkista	10	SNV 1990 AR 87:6
Sluten tank	100	Johansson & Kvarnäs 1998

I Bollebygds kommun finns inga uppgifter om de enskilda avloppens utformning och beräkningar har därför gjorts enligt uppskattningar i TRK. Där antas att 60 % av de enskilda avloppen är godkända och att reduktionen av fosfor i dessa är 57,5 %. För de 40 % av avloppen som ej är godkända antas fosforreduktionen vara 12,5 %. Antalet enskilda avlopp i Bollebygds kommun har beräknats från Lantmäteriets gula karta.

Antropogen belastning

För att beräkna det antropogena bidraget till bruttobelastningen har bakgrundsbelastningen, den naturliga belastningen, för åkermark, bete och hygge beräknats. Den naturliga belastningen antas vara lika stor som den från opåverkad skogsmark. Det antropogena bidraget till bruttobelastningen är skillnaden mellan den beräknade belastningen från respektive markanvändning och den naturliga bakgrundsbelastningen. För punktkällor har all belastning räknats som antropogen.

Bakgrund

Områdesbeskrivning

Storån ingår i Rolfsåns vattensystem och rinner från Söråns och Nolåns sammangående ner till sjön Lygnern. I det undersökta området ingår även de nedre delarna av Sörån och Nolån och avrinningsområdet är 147,4 km² stort. Storåns längd är 24 km och sträcker sig igenom Bollebygds, Härryda och Marks kommuner.

Inom området finns kommunala reningsverk i Bollebygd, Rävlanda och Hällingsjö. Reningsverket i Sätila har sitt utsläpp nedströms det undersökta området. Två kraftstationer finns längs med Storån. En är belägen precis efter provtagningspunkten 50 a vid Apelnäs samt en vid Bosgården 1,5 km norr om provpunkten 50 b.

I området norr om Storån dominerar markanvändningen i Nolåns och Söråns avrinningsområde av skog och myr och endast 4 % av marken är åkermark (Lygnerns VVF, 1998). Två reningsverk finns i området, ett i Töllsjö med utlopp i Nolån och ett i Olsfors med utlopp i Sörån.

Vid en inventering under juli månad 2005 studerades markanvändningen närmast ån samt eventuella erosionsrisker på åbrinkarna. Det iaktogs att i norra delen av Storån kantas ån av åkermark, främst med vall eller i träda. Kantzonerna var smala och bevuxna med hallon och nässlor och brinkarna var starkt eroderade. Längre söderut blir brinkarna allt högre. Vid Käringskede finns ingen grässvål under lövträden utan jorden ligger bar närmast åfåran. Marken närmast ån används här till bete på grund av den starka kuperingen och erosionsriskerna var kraftiga. Närmare Sätila har den brukade odlingsmarken krupit allt närmare åfåran och kantzonerna understiger 1 m. Ån flyter lugnare här och erosionsriskerna är därmed små.

Riksintressen

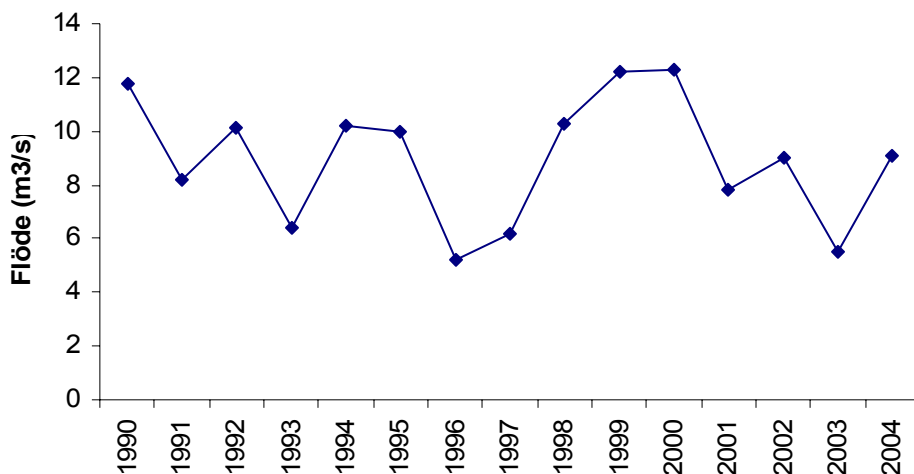
Lygnern är en oligotrof sjö som hyser sällsynta arter och har en artrik fiskfauna. Storåns dalgång samt sjön Lygnern klassas som riksintresse för naturvård. I Storån vandrar insjöering och biflödena är viktiga reproduktionslokaler. Längs med den starkt meandrande nedre delen av Storån finns korvsjöar av betydelse för fågellivet. Ån har starkt eroderat åbrinkarna och på flera ställen har raviner bildats. I Storåns dalgång finns även ädellövskogar med ask och alm samt hagmarker med solitär ek.

Geologi

Berggrunden i avrinningsområdet består i söder av sura vulkaniska bergarter vid åfåran och granit i de högre delarna. I norra delen av området består berggrunden av ortognejs. Längs med Storåns fåra dominerar svämsediment av grovmo och sand, medan den dominerande jordarten i dalgångens västra sida är sand och den östra glacial lera (SGU 2005).

Hydrologi

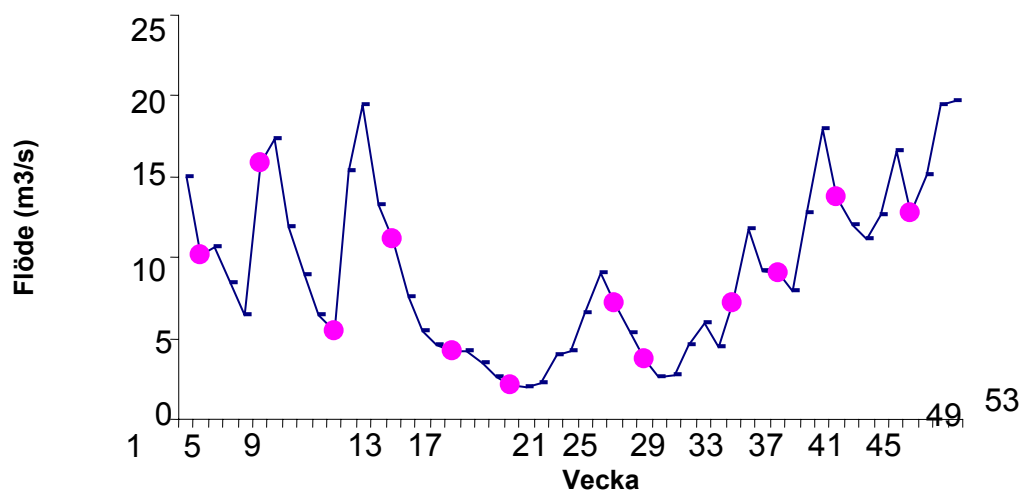
Medelvattenföringen i Storån (provpunkt 60) under 1990-2004 är 9 m³/s, (figur 2). Från de norra delarna av avrinningsområdet bidrar Nolån (provpunkt 40) med 3,2 m³/s och Sörån (provpunkt 30) med 1,7 m³/s (Lygnerns VVF, 1998). Genomsnittlig avrinning för avrinningsområdet är 442 mm/år under 2003-2004.



Figur 2. Årsmedelvattenföringen i Storån (provpunkt 60) enligt PULS-modellen, 1990-2004.

Vattenflöde och halter

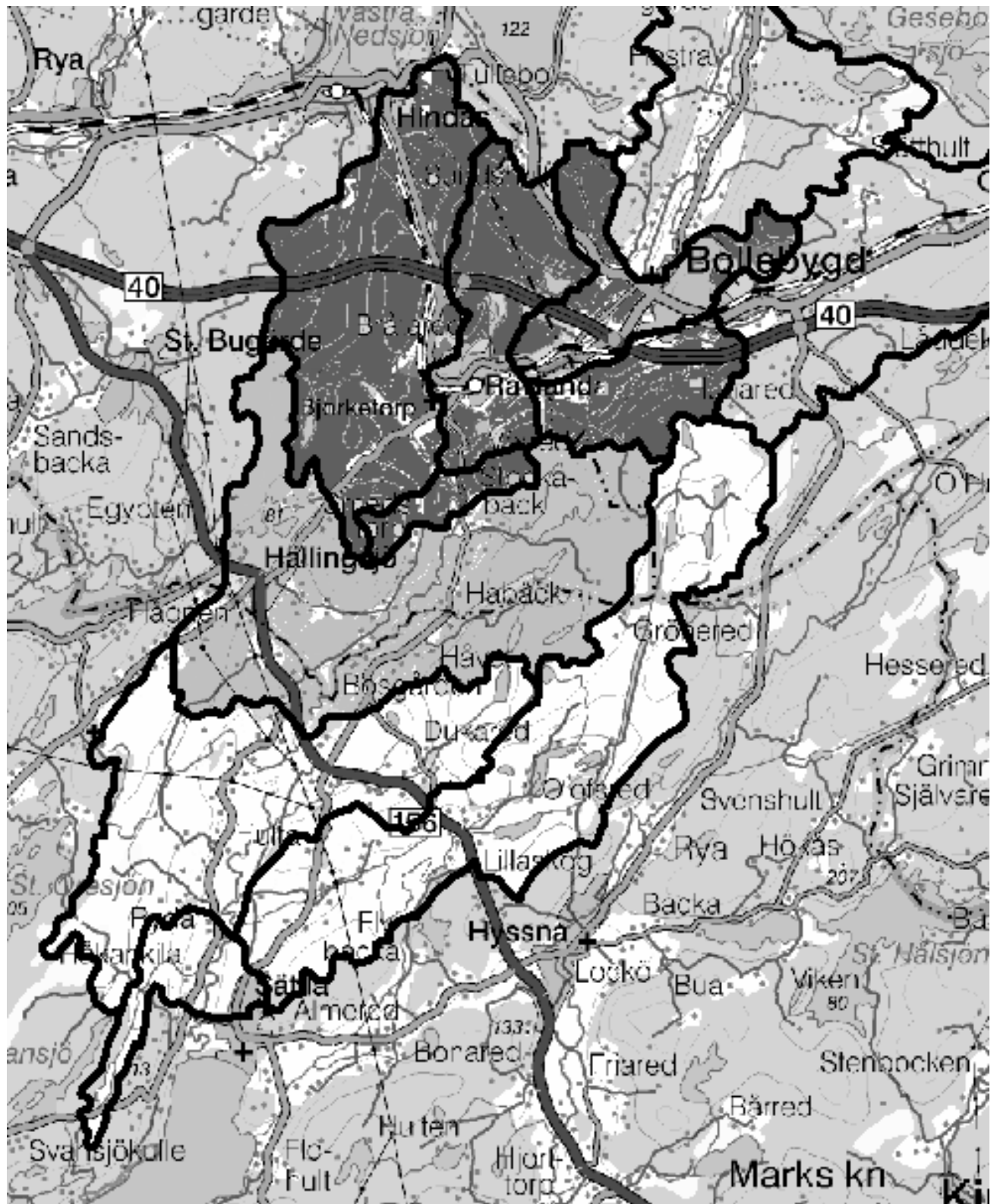
Fosforhalterna i avrinnande vatten från åkermark har visat sig vara som störst under höga flöden, då ytavrinningen är som störst (Ulén, 2001), jämför (Bilaga 2). Framst gäller detta partikulärt fosfor (Ulén, 2002). I en studie på försöksfält (Djordjic, 2001) stod nio episoder av höga flöden för över 50 % av fosforförlusterna, men för en fjärdedel av det totala flödet. I och med de månatliga mätningarna av halter i Storån har man under 2003 inte mätt halterna under 4 av 6 flödestoppar och under 2004 under 6 av 8 toppar (figur 3). Under vecka 13 år 2004 bör fosforhalterna i det avrinnande vattnet från åkermarken ha varit höga då ytavrinningen inte stoppas upp av växtligheten vid årstiden. Sammantaget ger de glesa undersökningarna en underskattning av fosfortransporterna i Storån och därmed också i beräkningarna på belastning på Lygnern.



Figur 3. Vattenföringen i Storån (provpunkt 60) enligt PULS-modellen samt provtagningstillfällena (prickar) under 2004 (data från Lygnerns VVF).

Avrinningsområden

I undersökningen har delavrinningsområdena anpassats efter provpunkternas placering, (Bilaga 6). Område C sträcker sig från provpunkterna i Nolån (40) och Sörån (30) ner till den nyttillkomna provpunkten 50 a. Småbäckar i området är Ballabäcken och Häbbäcken. Inom området som är 52,51 km² stort ligger Hindås i norr, Bollebygd i öster och Bräcka i väster. Område B som är 33,52 km², sträcker sig ner till provpunkten 50 b, belägen där väg 156 korsar Storån. Inom området ligger Hällingsjö i väst och tillflödena till Storån är Gisslebäcken i väst samt Stockabäcken och Habäcken i öst. Område A innefattar Ryabäckens och Ularåsbäckens avrinningsområde i väster och Tomtabäckens samt Gäråns avrinningsområde i öst som når upp till Bollebygds kommun. Områdets storlek är 61,38 km². Sätilla ligger strax söder om avrinningsområdet. Områdenas utformning visas i figur 4.

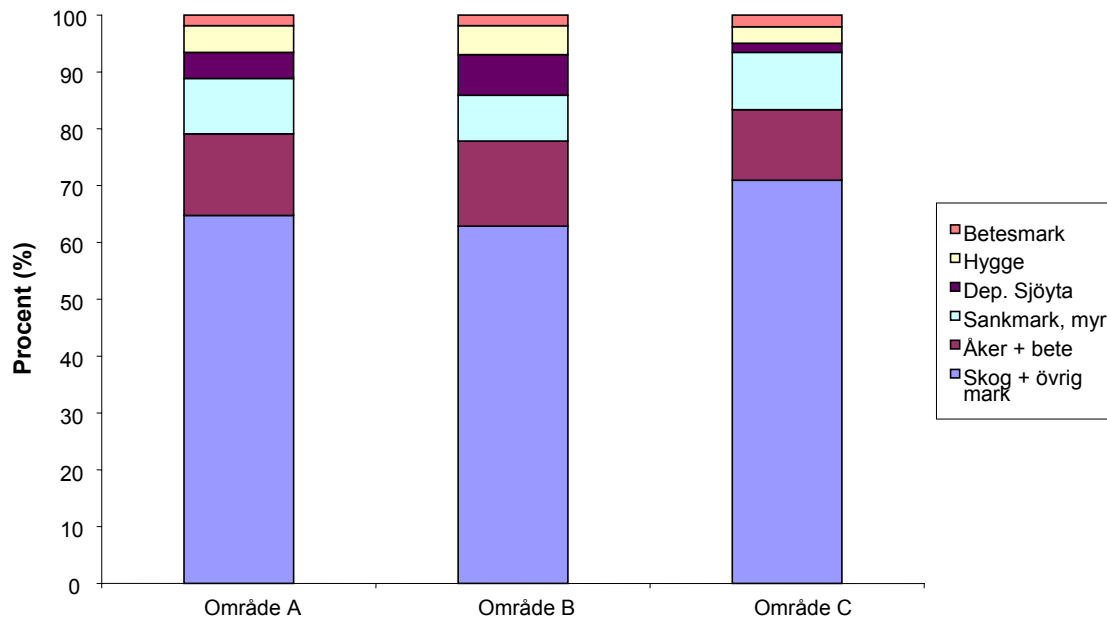


©Lantmäteriet 2005, dnr 106-2004/188

Figur 4. De undersökta avrinningsområdena längs med Storån. Det vita området är område A, det ljusgrå är område B och det mörkt grå är område C.

Markanvändning

Skillnaden i fördelningen mellan de olika markanvändningarna är liten mellan områdena (Figur 5). Gemensamt för alla tre delavrinningsområden är att de domineras av skogsmark, som utgör mellan 65-72 % av den totala arealen. Den näst största markanvändningen i samtliga områden är åkermark. I område A och B utgör åkermark 13 % av ytan och i område C 11 % av arealen. Sankmark och myr utgör 10 % av arealen i A och C, samt 8 % i B.

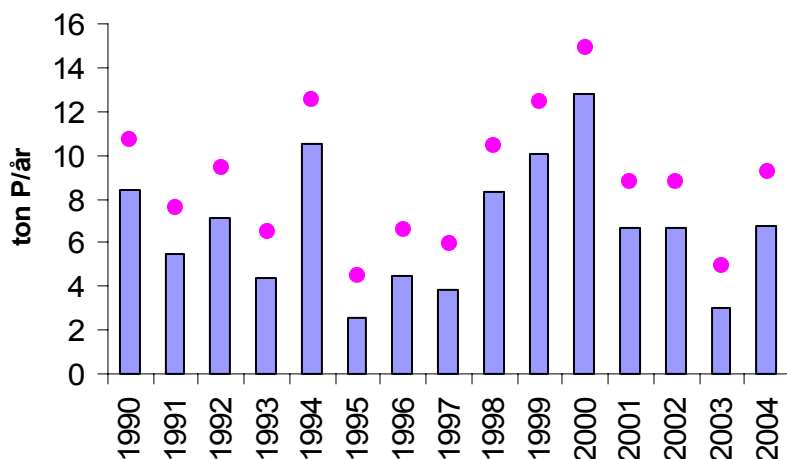


Figur 5. Markanvändningarnas fördelning inom delavrinningsområden A, B och C.

I område C utgör sjöyta endast 1 procent av den totala arealen, jämfört med 7 % i område B och 5 % i område A.

Fosforsituationen

Sjön Lygnern klassas som oligotrof, med totalfosforhalter under 12,5 µg/l som treårsmedelvärde. Under en period i slutet av 1990-talet var halterna i sjön dock måttligt höga, som mest 23 µg/l, vilket motsvarar produktionsklassen mesotrofi (Naturvårdsverket, 2000). Belastningen på Lygnern från Storån minskade i början av 1990-talet (figur 6). Den ökande transporten av fosfor under 1998 till 2000 kan till största delen förklaras av ökade flöden (figur 6) och därmed även en ökad avrinning under tidsperioden. Totalt sett är dock trenden för fosfortransporten något ökande. Medeltransporten av fosfor i provpunkterna under 2003-2004 redovisas i Bilaga 3 (data från Lygnerns VVF).



Figur 6. Fosfortransporten (ton P/år) i Storån (provpunkt 60) under 1990-2004 (kolumner) samt den totala belastningen på Lygnern under samma tid (prickar). Uppgifterna tillhandahållna av Lygnerns VVF.

Storån står för den största delen av fosfortransporterna till Lygnern (figur 6). Enligt Vollenwieders modell bör belastningen på Lygnern inte överstiga 6,3 ton P/år vilket under perioden endast har hänt 1995, 1997 och 2003. Medelbelastningen på Lygnern har under de senaste 15 åren varit 8,9 ton per år.

Tidigare undersökningar och åtgärder

En tidigare källfördelningsanalys för hela Rolfsåns vattensystem utfördes av Lygnerns Vattenvårdsförbund under 1997-1998 i vilken Storån ingick som ett avrinningsområde. Beräkningarna av källfördelningen utfördes med kalkylmodellen i Vattenplanering, växtnäring – en beräkningsmodell (Wennerblom & Kvarnäs, 1996). För hela Rolfsåns vattensystem antogs åkermarken stå för det största bidraget av fosfor följt av enskilda avlopp. Under 1998 drog Marks kommun igång projektet Rädda Lygnern i vilket inventeringar av enskilda avlopp, information om fosforfria tvätt- och rengöringsmedel samt en upprustning av Sätåla avloppsreningsverk ingick.

I ett examensarbete genomförde Aspman (2004) sedimentologiska undersökningar för att beskriva Lygnerns miljöhistorik och fann en ökning av fosforhalten i sedimenten vid 1960-70 talen. Under de första åren av 2000-talet hade fosforhalterna i sedimenten minskat.

Resultat

Vattenföring och avrinning

Vattenföringen ökade kraftigt under 2004 jämfört med 2003. I punkt 60 var ökningen 65 %. Resultatet för beräkningar av årsmedelvattenföringen 2003-2004 till provpunkterna redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Årsmedelvattenföring, (m³/s) 2003-2004 beräknat efter PULS- värden

Provpunkt	14	30	40	50 a	50 b	60
2003	0,70	1,36	2,62	4,35	4,76	5,51
2004	1,10	2,30	4,34	7,17	7,85	9,10
Medel 2003-2004	0,90	1,83	3,43	5,77	6,31	7,31

Årsmedelvattenföringen i punkt 50 a och 50 b beräknas till 5,77 m³/s respektive 6,31 m³/s och i punkt 60 är den beräknad till 7,31 m³/s.

Specifik avrinning för delavrinningsområdena

Vattenföringen ökar i genomsnitt med 1,00 m³/s inom delavrinningsområde A, med 0,54 m³/s inom delavrinningsområde B samt med 0,5 m³/s inom delavrinningsområde C (tabell 3). Dessa ökningarna av vattenflödet innebär en årlig avrinning på 513 mm i delavrinningsområde A. I område B är avrinningen 508 mm/år och i område C är den årliga avrinningen 306 mm under 2003 och 2004.

Tabell 3. Beräknad specifik avrinning för varje delavrinningsområde

Provpunkt	Område	Vattenföring (m ³ /s)	ΔVattenföring (m ³ /s)	Avrinning (mm/år)
30	-	1,83	1,83	558
40	-	3,44	3,44	543
50 a	C	5,77	0,50	306
50 b	B	6,31	0,54	508
60	A	7,31	1,00	513

Arealspecifika förluster för markanvändningarna

Åker- och betesmark

För jordarna i delavrinningsområdena har matjordens yta, SoilSps, beräknats till 3,34 m² m⁻³*10⁶ i område A, 1,70 m² m⁻³*10⁶ i område B samt 2,66 m² m⁻³*10⁶ i område C. Även djurtätheten och avrinningen skiljer sig åt mellan områdena (tabell 4) vilket medför olika höga förluster från åkermark för de olika områdena. Läckaget per hektar är störst i område B där de uppgår till 0,95 kg P/ha, år och som minst i område C. Fosforförlusterna från åker motsvarar läckage från erosionsbenägen åkermark (Bilaga 4).

Tabell 4. Sammanställning av faktorer för beräkning av fosforförluster från åkermark, samt fosforförlust per ytenhet och år för de olika delavrinningsområdena.

^a Inga uppgifter finns om djurtätheten i Bollebygds kommun. Vid beräkning har djurtätheten därför antagits vara lika stor som i Härryda kommun.

Område	Avrinning (mm)	Förrädsfosfor (mg/100g ts)	SoilSps ($m^2 m^{-3} \cdot 10^6$)	Djurtäthet ($de \cdot ha^{-1}$)	Fosforförlust (kg P/ha, år)
A	513	80	3,34	0,41	0,88
B	508	80	1,70	0,62	0,95
C	306	80	2,66	0,62 ^a	0,52

För betesmarken (tabell 5) beräknas läckaget som mest uppgå till 0,24 kg/ha och år i område A där också avrinningen är störst. Område C har det minsta läckaget från betesmark.

Förlusterna klassas som måttligt höga till höga enligt Naturvårdsverket (jämför Bilaga 4).

Tabell 5. Areal specifika förluster från betesmark samt avrinning 2003-2004.

Område	Avrinning (l/s km ²)	Fosforförlust (kg P/ha, år)
A	16,3	0,24
B	14,9	0,22
C	9,5	0,14

Sankmark, hygge samt skogsmark och övrig öppen mark

Det största läckaget av fosfor per ytenhet från sankmark, skogsmark och hyggen sker i område A, på grund av den högre avrinningen (tabell 6). Förlusterna per ytenhet i område C är generellt 60 % av förlusterna i område A, liksom avrinningen.

Tabell 6. Areal specifika förluster för sankmark, skogsmark samt hygge för delavrinningsområdena.

Område	Avrinning (mm)	Fosforförlust sankmark (kg P/ha, år)	Fosforförlust skogsmark (kg P/ha, år)	Fosforförlust hygge (kg P/ha, år)
A	513	0,12	0,07	0,14
B	508	0,12	0,07	0,14
C	306	0,08	0,04	0,08

Fosforbelastning från punktkällor

Enskilda avlopp

I delavrinningsområde A ligger majoriteten av de enskilda avloppen i Marks kommun. Tre av fastigheterna med enskilt avlopp ligger i Bollebygds kommun. Totalt finns inom området 302 hushåll med enskilt avlopp som sammantaget ger ett tillskott av fosfor på 352 kg per år (tabell 7).

Tabell 7. Utsläpp av fosfor från enskilda avlopp inom delavrinningsområdena, utsläppens fördelning mellan kommunerna samt total bruttobelastning från enskilda avlopp inom Storåns avrinningsområde.

Kommun	Antal hushåll	Andel hushåll (%)	Medelutsläpp per hushåll (kg P/år)	Totalt utsläpp (kg P/år)	Andel utsläpp (%)
Område A					
Bollebygd	3	1	1,58	5	1
Härryda	0	0	1,31	0	0
Mark	299	99	1,16	348	99
Totalt	302	100		352	100
Område B					
Bollebygd	1	1	1,58	2	1
Härryda	86	53	1,31	113	55
Mark	74	46	1,16	86	44
Totalt	161	100		200	100
Område C					
Bollebygd	115	44	1,58	181	49
Härryda	144	56	1,31	189	51
Mark	0	0	1,16	0	0
Totalt	259	100		370	100
Totalt alla områden	722			922	

I område B är bruttobelastningen av fosfor från enskilda avlopp 200 kg per år. De enskilda avloppen i Härryda kommun står för 55 % av bruttobelastningen och utgör 53 % av antalet hushåll.

Längst upp i område C ligger 44 % av hushållen i Bollebygd och 56 % av hushållen med enskilt avlopp i Härryda. Av bruttobelastningen från enskilda avlopp till Storån från området kommer 49 % från Bollebygd och 51 % från Härryda. Totalt bidrar de enskilda avloppen i område C med 370 kg P/år.

Medelutsläppet ger en indikation på de enskilda avloppens status inom de olika kommunerna. I Bollebygds kommun beräknas medelutsläppet uppgå till 1,58 kg P/hushåll och år. I Härryda kommun är medelutsläppet 1,31 kg P/hushåll och år och i Marks kommun 1,16 kg P/hushåll och år. Statistik över anläggningstyper och beräknade utsläpp redovisas i Bilaga 5.

Övriga punktkällor

Enligt uppgifter från de kommunala förvaltningarna var utsläppen av fosfor från avloppsreningsverken i stort sett densamma under 2003 och 2004 (tabell 8). I område B ger Hällingsjö ARV i medeltal ett utsläpp på 9 kg P/år. I område C släpper Rävlanda ARV ut 89 kg P/år och Bollebygds ARV 37 kg P/år.

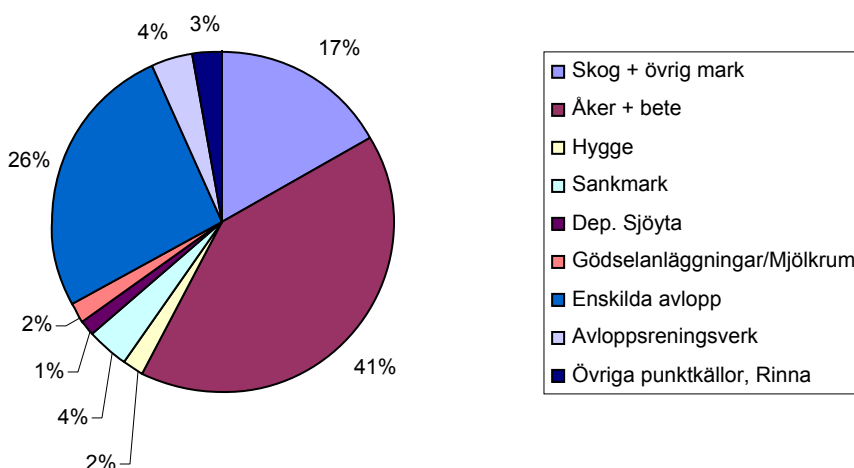
Tabell 8. Rapporterade utsläpp av fosfor (kg P/år) från kommunala avloppsreningsverk i Storåns avrinningsområde samt beräknat läckage från gödselanläggningar, mjölktrum och gödseldeponi i Rinna.

Område	Reningsverk	Läckage gödselanläggningar	Läckage mjölktrum	Deponi Rinna
A	-	28	3	-
B	9	23	3	-
C	126	19	-	96
Totalt	135	73	6	96

I område A finns 460 djurenheter i Marks kommun varav 216 mjölkkor. I område B finns det totalt 390 djurenheter rapporterade från Marks och Härryda kommun varav 163 mjölkkor. Beräkningar av djurenheter i Bollebygd, (se Metod) ger 317 djurenheter. Inom området finns inga mjölkkor. Deponin i Rinna beräknas bidra till bruttobelastningen med 96 kg/år under 2003/2004.

Källfördelning för hela området


Den totala bruttobelastningen från avrinningsområde A, B och C till Storån är 3,5 ton P/år. Den största delen (figur 7) kommer från åkermark som beräknas ha ett läckage på ca 1,4 ton P/år. Den näst största fosforkällan i området är enskilda avlopp som tillsammans ger en bruttobelastning av fosfor på 0,9 ton/år. Skogsmark samt övrig öppen mark står för 17 % av bruttobelastningen, eller 0,6 ton/år. Sankmark och kommunala avloppsreningsverk bidrar med 4 % vardera eller ca 140 kg P/år. Övriga markanvändningar, det vill säga sjöyta och avverkad skogsmark ger i sammanhanget små förluster som endast utgör 1 respektive 2 % av den totala bruttobelastningen. Alla gödselanläggningar och mjölkkrum i Storåns avrinningsområde bidrar med 76 kg P/år. Gödseldeponin i Rinna bidrar med 3 % av bruttobelastningen.



Figur 7. Källfördelning för hela Storåns avrinningsområde för 2003-2004.

Källfördelning för delavrinningsområden

Delavrinningsområde A

Källfördelning för delavrinningsområde A					
	Yta:	61,38 km ²			
	Avrinning:	513 mm			
	Beräknad bruttobelastning:	1516 kg P/år			
	Uppmätt nettobelastning:	1260 kg P/år			
	Beräknad retention:	17 %			
	Uppmätt arealspecifik fosforförlust:	Klass 4, 0,21 kg/ha,			
MARKANVÄNDNING	Yta (km ²)	Läckage (kg P/år)	Antropogent	Klassning av arealförlust	% av totalt läckage
Skog samt övrig öppen mark	41,8	274	0	2	19
Hygge	2,9	39	22	3	3
Sankmark och myr	6,1	75	0	3	5
Åkermark	7,8	683	625	5	45
Betesmark	1,2	28	19	4	2
Deposition på sjövtor	2,9	23	0	2	2
PUNKTKÄLLOR		Läckage (kg P/år)			% av totalt läckage
Enskilda avlopp		352	352		23
Gödselanläggningar/mjölkrum		31	31		2


Figur 8. Källfördelning av närsaltsläckage, klassning av arealspecifik fosforförlust enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Bilaga 4), samt procentuell andel av det totala läckaget av fosfor för delavrinningsområde A.

Den enskilt största källan till fosforbelastningen inom delavrinningsområde A är åkermark som står för 45 % av den totala bruttobelastningen från området till Storån (figur 8). Det årliga läckaget från åkermark uppgår till 683 kg fosfor. Arealförlusten från åkermark i området är 0,88 kg P/ha och år vilket enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Bilaga 4) motsvarar förluster från erosionskänslig åkermark. Skog samt övrig öppen mark bidrar med 284 kg P/år eller 19 % av det totala fosforläckaget från området. Sankmark och myr ger ett årligt bidrag med 75 kg fosfor vilket utgör 5 % av den totala bruttobelastningen.

Förlusterna av fosfor från betesmark uppgår till 28 kg/år eller 0,23 kg/ha betesmark. De enskilda avloppen ger ett fosfortillskott till området på 352 kg/år, vilket utgör 23 % av bruttobelastningen. Utsläppen av fosfor per hushåll är lägre i delavrinningsområde A än i de

övriga områdena. Gödselanläggningar och mjölkkrum bidrar med 31 kg P/år. Inom delavrinningsområde A finns inga kommunala avloppsreningsverk

Delavrinningsområde B

Källfördelning delavrinningsområde B					
	Yta:	33,52 km ²			
	Avrinning:	508 mm			
	Beräknad bruttobelastning:	890 kg P/år			
	Uppmätt nettobelastning:	761 kg P/år			
	Beräknad retention:	16 %			
	Uppmätt arealspecifik fosforförlust:	Klass 4, 0,23 kg P/ha,			
MARKANVÄNDNING	Yta (km ²)	Läckage (kg P/år)	Antropo gent	Klassning av arealförlust	% av totalt läckage
Skog samt övrig öppen mark	22,4	150	0	2	17
Hygge	1,7	23	10	3	3
Sankmark och myr	2,7	33	0	3	4
Åkermark	4,4	415	389	5	47
Betesmark	0,6	14	10	4	2
Deposition på sjötytor	2,4	19	0	2	2
PUNKTKÄLLOR		Läckage (kg P/år)			% av totalt läckage
Enskilda avlopp		200	200		22
Gödselanläggningar/mjölkrum		26	26		3
Hällingsjö ARV		9	9		1


Figur 9. Källfördelning av närsaltsläckage, klassning av arealspecifik fosforförlust enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Bilaga 4), samt procentuell andel av det totala läckaget av fosfor för delavrinningsområde B.

Den största källan till fosforläckage i delavrinningsområde B är åkermark med ett årligt bidrag på 416 kg, vilket motsvarar 45 % av den totala bruttobelastningen inom området, (figur 9). Areal förlusten av fosfor från jordbruksmark uppgår till 0,95 kg/ha, år vilket motsvarar mycket höga förluster av fosfor. Höga förluster av fosfor har även betesmarken som bidrar med 14 kg P/år, vilket ger en arealspecifik fosforförlust på 0,24 kg/ha.

Skogsmark samt övrig öppen mark bidrar med 150 kg P/år vilket är 17 % av den totala bruttobelastningen från området. Den arealspecifika förlusten från skogsmark är normal för vanlig svensk skog och klassas som låg enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Bilaga 4). Markanvändningarna sankmark och hygge ger 33 respektive 26 kg P/år.

De enskilda avloppen inom området ger ett årligt bidrag på 200 kg fosfor. De utgör därmed den näst största källan till fosforbelastningen inom området. Gödselanläggningar och mjölkkrum bidrar tillsammans med 26 kg P/år vilket utgör 2 % av den totala belastningen. Det enda kommunala avloppsreningsverket inom området, Hällingsjö Avloppsreningsverk, har under 2003 och 2004 rapporterat ett genomsnittligt utsläpp på 9 kg P/år.

Delavrinningsområde C

Källfördelning för delavrinningsområde C					
	Yta:	52,51 km ²			
	Avrinning:	306 mm			
	Beräknad bruttobelastning:	1098 kg P/år			
	Uppmätt nettobelastning:	889 kg P/år			
	Beräknad retention:	20 %			
	Uppmätt arealspecifik fosforförlust:	Klass 4, 0,17 kg P/ha			
MARKANVÄNDNING	Yta (km ²)	Läckage (kg P/år)	Antropo gent	Klassning av arealförlust	% av totalt läckage
Skog samt övrig öppen mark	40,3	157	0	1	14
Hygge	1,4	11	7	2	1
Sankmark och myr	4,9	32	0	2	3
Åkermark	5,1	266	242	5	24
Betesmark	1,0	14	9	3	1
Deposition på sjövtor	0,8	6	0	2	1
PUNKTKÄLLOR		Läckage (kg P/år)			% av totalt läckage
Enskilda avlopp		370	370		34
Gödselanläggningar/mjölkkrum		19	19		2
Kommunala reningsverk, tot.		126	126		11
varav Bollebygd ARV		37	37		3
Rävlanda ARV		89	89		8
Övriga punktkällor, Rinna		96	96		9

Figur 10. Källfördelning av närsaltsläckage, klassning av arealspecifik fosforförlust enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Bilaga 4), samt procentuell andel av det totala läckaget av fosfor för delavrinningsområdet C.

Den största delen av fosforläckaget i delavrinningsområdet C kommer från enskilda avlopp, som beräknas bidra med 451 kg P/år, (figur 10). För de delar av området som ligger i Bollebygds kommun finns inga uppgifter om avloppens status och därför antas det beräknade värdet vara en underskattning av bidraget från enskilda avlopp inom delavrinningsområdet.

Den näst största källan till fosforbelastningen är åkermark som bidrar med 266 kg P/år, vilket motsvarar 0,52 kg P/ha och år. Enligt Naturvårdsverkets klassning av arealförluster (Bilaga 4) hamnar förlusterna från åkermark i klass 5, vilket motsvarar mycket höga förluster. Måttligt höga förluster har beräknats för betesmark, med ett årligt bidrag till bruttobelastningen på 0,14 kg/ha och år, vilket ger 14 kg P/år. Övriga betydande källor för fosfortillförsel till Storån är skogsmark samt övrig öppen mark som bidrar med 157 kg P/år vilket är 14 % av den totala bruttobelastningen. Förlusterna från hygge och sankmark klassificeras som måttligt höga, vilket är normala förluster från dessa markslag.

Kommunala avloppsreningsverk står för 11 % av den totala bruttobelastningen i området. Rävlanda avloppsreningsverk bidrar med 89 kg P/år under 2003 och 2004 och Bollebygds avloppsreningsverk med 37 kg P/år under samma tid. Övriga punktkällor med stort fosforbidrag till Storån är gödseldeponin i Rinna som bidrar med 96 kg P/år. Övriga gödselanläggningar i området beräknas bidra med 19 kg P/år Sannolikt är även detta en underskattning då inga inventeringar har gjorts i området för att säkerställa att gödselanläggningarna uppfyller kraven i Miljöbalken

Antropogen belastning

Det totala antropogena bidraget av fosfor uppgår till 2,6 ton fosfor per år vilket utgör 73 % av det totala bidraget (tabell 9). Den största delen av det antropogena bidraget kommer från enskilda avlopp och åkermark som tillsammans utgör 85 % av det antropogena bidraget.

Tabell 9. Antropogen belastning från markanvändningarna åker, bete och hygge samt punktkällor i delavrinningsområdena under 2003-2004 (kg P/år).

Område	Åker	Bete	Hygge	Enskilda avlopp	Gödselanläggningar Mjölkrum (inkl. Rinna i område C)	Kommunala ARV	Antropogen belastning (kg/år)	Antropogen belastning (%)	Total belastning
A	625	19	22	352	31	0	1049	69	1516
B	389	10	10	200	26	9	644	72	890
C	242	9	7	370	115	126	869	79	1098
Totalt:	1256	38	39	922	172	135	2562	73	3504

I område A och B utgör den brukade marken den största källan till antropogent fosfor. I område C är det istället punktkällor som står för det största antropogena bidraget. Den största andelen antropogent fosfor har område C där den antropogena belastningen uppgår till 79 % av den totala belastningen.

Diskussion om källfördelningen

Åkermark står enligt beräkningarna för den största andelen av fosforbidraget till Storån. I område A och B är åkermarken den enskilt största källan till bruttobelastningen. I område C är åkermarken den näst största källan efter de enskilda avloppen. All åkermark läcker inte lika mycket fosfor. I arbetet har ett medelvärde på SoilSps beräknats för all åkermark inom respektive delavrinningsområde som är lägre än medelvärdet för Sverige (Ulén et al., 2001). Troligt är dock att ett fåtal jordar inom varje område står för en betydande del av förlusterna. Främst gäller detta djurgårdar på lerjord. Största arealerna av lerjordar finns i nedre delen av Gäråns avrinningsområde i område A, men det finns även större områden med lerjordar söder om Hällingsjö i område B samt runt Rävlanda i område C. Inom dessa områden med stor risk för höga förluster bör djurhållning och odlingsmetoder särskilt ses över. Läckaget från gödselanläggningar antas enligt beräkningarna vara 0,5 %. I Bollebygds kommun är gödselanläggningarna vid den här rapportens sammanställning inte inventerade, vilket kan innebära att standarden är sämre och läckaget därmed högre.

De enskilda avloppen står för den nästa största andelen, 26 %, av bruttobelastningen. Nettobelastningen från de enskilda avloppen är mindre än de beräknade värdena då det i rapporten inte har tagits hänsyn till markretention. Det saknas idag bra retentionsmodeller för fosfor varför retentionen i arbetet har beräknats som skillnaden mellan beräknad bruttobelastning och uppmätta transporter. De uppmätta transporterna är förmodligen en underskattning av den totala transporten, vilket gör att den beräknade retentionen kan ha överskattats.

Att den antropogena belastningen är stor i område C beror dels på att avrinningen är lägre än i övriga områden vilket ger mindre läckage från mark och myr. Inom området finns dessutom två kommunala avloppsreningsverk samt gödseldeponin i Rinna som bidrar till det antropogena fosforläckaget, förutom att standarden på enskilda avlopp är den sämsta inom det undersökta området. Standarden för enskilda avlopp i Bollebygds kommun kan vara bättre eller sämre än antaganden gjorda i rapporten och framtida inventeringar kommer att visa om de beräknade fosforutsläppen är över- eller underskattade.

Läckaget från mjölkkrum är litet enligt antaganden i beräkningarna, då det antas att 95 % av alla diskmedel i mjölkkrum är fosforfria (Malvenius, 2005). Enligt Arla (ref. i Lst Västra Götaland, 2000) är andelen i västra Sverige istället 30 %, vilket skulle innebära större utsläpp från mjölkkrum.

Totalt står åker- och betesmark för 50 % av det antropogena bidraget vilket stämmer väl överens med uppgifter från Naturvårdsverket (2003a).

Inom TRK-projektet beräknades åkermark och bete stå för 44 % av bruttobelastningen till Kattegatt, vilket är något högre än de beräknade värdena i det här arbetet där 41 % av bruttobelastningen härrör från åker. Även för skogsmark, hygge och sankmark stämmer de här beräknade resultaten väl överens med de i TRK-projektet. Den största avvikelserna är belastningen från enskilda avlopp, där andelen av bruttobelastningen till Storån är 26 %, vilket är dubbelt så mycket som i TRK. Däremot är de kommunala reningsverkens andel mindre i Storån, vilket beror på det stora antalet enskilda avlopp inom delavrinningsområdena.

Sammantaget stämmer de beräknade källfördelningarna i den här rapporten väl med beräkningarna i TRK med avseende på fosforbelastningen till Kattegatt.

Åtgärder

Den största delen av bruttobelastningen av fosfor i delavrinningsområdena kommer från enskilda avlopp samt åkermark. Åtgärdena för att minska fosforbelastningen bör därför koncentreras till dessa två fosforkällor. Att genomföra samtliga åtgärder skulle vara mycket kostsamt för såväl enskilda som kommunerna, men inga försök att beräkna kostnaden har gjorts här.

Åtgärder för enskilda avlopp

Inventering och åtgärder av dåliga anläggningar

Vad som räknas som en bra respektive dålig anläggning kan vara svårt. Därför har här avvänts definitionen enligt i NV 5290 där relativt nyanlagda markbäddar och infiltrationer klassas som bra anläggningar. Dåliga anläggningar i avrinningsområdet skulle då vara enbart slamavskiljning, kombinationen slamavskiljning-stenkista, samt gamla markbäddar (äldre än 10 år) och infiltrationsanläggningar. Om alla dåliga enskilda avlopp skulle åtgärdas skulle fosforbelastningen från enskilda avlopp minska med 40 % jämfört med dagens fosforutsläpp. Störst hade förbättringen varit i Bollebygds kommun där belastningen från de enskilda avloppen skulle minska med 50 % per år.

Åtgärder för befintliga bra anläggningar

För att ytterligare förbättra reningen av fosfor kan man komplettera befintliga anläggningar. Försök har gjorts med en mängd olika tekniker (NV 5224) där ett fåtal lyfts fram som lämpliga ur miljömässig, ekonomisk och sanitär synvinkel. Kemisk fällning har visat sig ge en reduktion av totalfosfor med 90 % i kombination med infiltration eller markbädd. Fällningskemikalien doseras då rakt ned i avloppet. Fosforsorberande material ger en reduktion av fosfor på mellan 35 och 75 %.

Åtgärder vid källan

Med åtgärder vid källan avses sådana som minskar belastningen av fosfor på de enskilda anläggningarna. Sådana åtgärder kan innebära val av fosfatfria rengöringsmedel. I Marks kommun pågick en kampanj för att få konsumenter att välja fosfatfria rengöringsmedel inom projektet Rädda Lygnern, men med reningsverkens allt större förmåga att ta hand om fosfor i avloppsvatten har kraven från miljöorganisationer minskat. Svanenmärkta rengöringsmedel kan innehålla upp till 7 % fosfor.

Tabell 10. Reduktion av fosfor till enskilda avlopp för olika åtgärder vid källan.

Åtgärd	Totalfosfor (g P/pd)	Referens	Beräknad reduktion (%)
Ingen åtgärd	2,10	NV 1995	0
Fosfatfria rengöringsmedel	1,65	NV 1995	21
Urinsortering	1,30	NV 1995	38
Urinsortering + fosfatfritt	0,85	NV 1995	60

En annan åtgärd vid källan är urinsortering. Den allra största delen av fosforbelastningen på de enskilda avloppen kommer från urin (NV 1995). Undersökningar visar att 60-80 % av urinen avskiljs med urinseparerande toaletter (NV nr 5224). Installation av urinseparerande toaletter skulle minska belastningen av totalfosfor på anläggningarna med 38 % (tabell 10). Kombinerad urinseparering och helt fosfatfria rengöringsmedel skulle innebära en minskad belastning på avloppsanläggningarna med 60 %.

Minskad belastning på Storån

Ovan nämnda åtgärder ger stora effekter på bruttobelastningen till Storån. En upprustning av alla dåliga anläggningar skulle ensamt ge 380 kg mindre fosfor per år till systemet (tabell 11). En övergång till helt fosforfria rengöringsmedel skulle innebära en minskad belastning på totalt 210 kg med dagens standard på enskilda avlopp. Urinseparering och fosfatfria rengöringsmedel skulle tillsammans innebära en belastning på 374 kg P/år, vilket är en minskning på 560 kg. Möjligheterna för fosforreduktion från enskilda avlopp inom avrinningsområdet är stor. Om dåliga anläggningar uppdaterades, urinsorterande toaletter installerades och endast fosfatfria rengöringsmedel användes skulle belastningen från enskilda avlopp vara 25 % av dagens eller en minskning med 715 kg P/år.

Tabell 11. Utsläpp av fosfor från enskilda avlopp (kg P/år), med dagens standard, åtgärdade dåliga avlopp, vid användning av fosfatfria rengöringsmedel, urinseparering samt urinsorterande och fosfatfria rengöringsmedel.

Område	Utan åtgärder	Åtgärdade dåliga avlopp	Fosforfria rengöringsmedel	Urinseparering	Urinseparering och fosfatfritt	Alla åtgärder
A	369	236	277	218	143	95
B	204	126	157	124	81	51
C	370	202	291	229	150	82
Totalt	943	564	725	571	374	228

Åtgärder på jordbruksmark

För jordbruksmark är det svårare att kvantifiera effekten av åtgärdsförslag, då fosforutlakningen från jordar inte är lika utredd som kväveutlakningen. Några få fält kan stå för en stor del av utlakningen och för att åtgärderna ska få effekt bör sådana fält lokaliseras. Det finns dock generella åtgärder som minskar förlusten av fosfor. Dels är det att kontrollera spridningen av fosfor via gödsel samt brukningsmetoder som medför mindre läckage via yt-, drän- och grundvatten samt erosion. Åkermarken i avrinningsområdet har hög halt av lättillgänglig fosfor (Eriksson et al 1997) och hamnar i klass IV. Detta innebär att läckaget från jorden kan bli stort, samtidigt som det stora innehållet av sand i jordarna minskar förmågan att binda fosfor. Inom Storåns avrinningsområde finns områden som uppfyller kriterierna för höga fosforläckage. Åtgärder för dessa utöver de generella redovisas i slutet av avsnittet.

Spridning av stallgödsel

Stallgödsel innehåller olika mycket fosfor beroende på ursprung. Svinfoder innehåller i allmänhet stora mängder fosfor vilket ger höga halter även i gödseln. Beroende på typ av gödselanläggning skiljer sig fosforhalten i gödseln när den sprids efter lagring. Med flytgödselhantering är fosforinnehållet 1,2 kg/ton för svinggödsel och 0,8 kg/ton för nötgödsel. För fastgödsel är innehållet 4,4 kg/ton för svinggödsel och 1,4 kg/ton nötgödsel (SCB, 2004). Fosforläckaget har dock visat sig vara större vid flytgödselspridning (Naturvårdsverket, 2003c). Tidpunkten för spridning av flytgödsel bör vara då nederbörds mängderna är små, för att minska risken för ytavrinning och gödseln bör myllas ner för att kontakten med jordaggregaten skall bli så stor som möjligt.

Spridning av stallgödsel bör på grund av de höga fosforhalterna begränsas för att på sikt utarma jorden. Stallgödsel kan röra sig djupare ner i marken än handelsgödsel (Ulén, 1997) vilket ger större förluster i drän- och grundvatten. På grund av skillnader i bruk av marken har

ofta delar av en brukares mark högre halter av fosfor än andra och därmed mindre lämpade för fortsatt fosforbelastning.

Jordbearbetning

Plöjning har visat sig både öka och minska fosforförlusterna. När man bearbetar jorden slås jordaggregaten sönder och kontakten mellan mark och vatten ökar, vilket kan leda till höjda fosforhalter i vattnet. I lerjordar där stora fosforförluster kan ske genom makroporer är plöjning en bra metod, då sönderslagning av makroporerna minskar fosforläckaget. Tidpunkten för jordbearbetning är också av vikt. Vid höstbearbetning ligger jordarna öppna för vind- och vattenerosion under den nederbördsrikaste årstiden. Vårbearbetning har visat sig minska fosforförlusterna med upp till 90 % jämfört med höstbearbetning (Ulén, 1997).

Skyddszoner

Skyddszoner i området mellan åker och vattendrag fyller en rad funktioner. Förutom att ytavrinningen bromsas upp och partikulärt fosfor sedimenterar så tas även fosfor upp av växterna i skyddszonen. Erosionen blir dessutom mindre, då den ständigt bevuxna skyddszonen stabiliserar jorden. Regelbunden skörd av kantzonen är nödvändig för att den inte skall bli en fosforkälla. Sker den största fosfortransporten genom dräneringsrör och inte genom ytavrinning ger skyddszoner ingen större effekt på läckaget. De kan däremot stabilisera vattendragets kanter och på så sätt minska ras och erosion av åfåran vid höga flöden. Reduceringseffekten för fosfor har i försök visat sig vara upp till 20 % (Naturvårdsverket, 2003c). Åtgärden är bäst lämpad i jordbruksmarkerna norr om Sätilla i område A, samt i de norra delarna av område C där kantzonerna vid inventering var mindre än 1 meter.

Dammar och våtmarker

Dammar och våtmarker är effektiva fosforfällor för att vattnet flyter långsamt och partikulärt fosfor kan sedimentera. För att undvika resuspension bör dammen vara åtminstone 1 % av avrinningsområdets storlek. Ulén (1997) anger effekten för anlagda dammar som liten för löst fosfor och måttlig för partikulärt. Naturvårdsverket (2003c) anger en reduceringseffekt på 50 % för anlagda dammar på jordbruksmark. Det råder dock osäkerhet avseende effekten för dammar som tar emot vatten med skiftande flöde och koncentration. Undersökningar i Norden har visat att dammar och våtmarker reducerar fosforhalterna i utgående vatten med mellan 7-50 % (Tonderski et al. 2002). På grund av storlekskraven och klassningen som riksintresse är anlagda våtmarker utmed Storån inte ett alternativ, däremot kan placeringar vid småbäckarna beaktas.

Vallodling

På grund av den minskade jordbearbetningen och att växtlighetens rötter stabiliserar marken minskar fosforförlusterna från vallodling med i genomsnitt 20 % jämfört med odling av stråsäd i undersökta områden (Naturvårdsverket, 2003c). När jorden inte bearbetas vidbehålls aggregaten vilket ger färre små jordpartiklar som kan lösas upp och föras bort med avrinnande vatten.

Särskilt känsliga områden

Området kring samhället Strömme i område A uppfyller de flesta kriterier för höga fosforförluster från jordbruksmark. Djurtätheten i området är förhållandevis hög, jordarna består av stor andel ler, området ligger nära vattendraget och man bedriver slaktsvinproduktion. Svinfoder är särskilt rikt på fosfor vilket ger hög halt i gödseln. Med flytgödselhantering antas gödseln innehålla 1,2 kg P/ton gödsel när den når åkern, att jämföra med 0,8 kg P/ton nötgödsel (SCB 2004). Kombinationen av lerjord, hög djurtäthet, slaktsvinproduktion och närheten till vattendrag gör området i Strömme till en möjlig ”hot spot” där det finns anledning att tro att fosforläckaget från marken är särskilt stort. Beräkningar av utförda av Lygnerns Vattenvårdsförbund ger en genomsnittlig fosfortransport på ungefär 300 kg/år från Gärån till Storån. Beräkningar på källfördelningen för Gäråns avrinningsområde ger ett läckage från åkermark på 240 kg P/år eller 1,0 kg P/ha, år vilket är de högsta beräknade förlusterna inom Storåns avrinningsområde.

Vid Rinna söder om Bollebygd i område C har det bedrivits gödseldeponi nära vattendraget. Området är delvis hårdgjort vilket gör ytavrinningen stor. På vissa ställen går grundvattnet i dagen vilket gör att fosfor i marken blir labilare (Naturvårdsverket, 1997). Vid inventering under juli 2005 låg jord/gödselhögar kvar som var kraftigt bevuxna med hallon och nässlor vilket indikerar höga näringsförhållanden. Jordhögarna bör flyttas till lämpligare ställe eller användas inom jordbruket.

Referenser

- Aspman, G. (2004). Sjön Lygnerns miljö tillstånd - förr och nu. Miljö i Mark 2004:2
- Brandt, M., Ejhed, H. (2002). TRK Transport – Retention – Källfördelning Belastning på havet. Naturvårdsverkets rapport nr 5247
- Djordjic, F. (2001). Displacement of phosphorus in structured soils. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala
- Djordjic, F., Björling, K., Bergström, L. (2004). Phosphorus leaking in relation to soil type and phosphorus content. J. Environ. Qual. 33, 678-684
- Eriksson, J., Andersson, A., Andersson, R. (1997). Tillståndet i svensk åkermark. Naturvårdsverkets Rapport nr 4778
- Eriksson, J., Andersson, A., Anderson R. (1999). Åkermarkens matjordstyper. Naturvårdsverket rapport nr 4955
- Johansson, J-Å., Kvarnäs, H. (1998). Modeller av näringsämnen i Storsjön och dess tillrinningsområde. Lst. Gävleborg rapport 1998:13
- Lygnerns vattenvårdförbund (1998). Källfördelning av näringstillförseln i Rolfsåns vattensystem 1993-1997 och förslag på åtgärder. Lygnerns vattenvårdförbund
- Länsstyrelsen Västra Götaland (2000). Hur man minskar näringstillförseln till Skagerack. Lst Västra Götaland rapport 2000:16
- Löfgren, S. Olsson, H. (1990). Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland. Underlagsrapport till Hav-90, Aktionsprogram mot havsföroreningar. Naturvårdsverket rapport nr 3692
- Naturvårdsverket (1995). Vad innehåller avlopp från hushåll?: Näring och metaller i urin och fekalier samt i disk-, tvätt-, bad- och duschvatten. Naturvårdsverket rapport nr 4425
- Naturvårdsverket (1997). Förluster av fosfor från jordbruksmark. Naturvårdsverket rapport nr 4731
- Naturvårdsverket (2000). Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. Naturvårdsverket rapport nr 4913
- Naturvårdsverket (2003a). Miljö kvalitetsnormer för fosfor i sjöar – redovisning av ett regeringsuppdrag. Naturvårdsverket rapport nr 5288
- Naturvårdsverket (2003b). Åtgärder och kostnader för minskade fosforutsläpp från enskilda avlopp, industrier mm till sjön Glan. Underlagsrapport (2) till Miljö kvalitetsnormer för fosfor i sjöar – redovisning av ett regeringsuppdrag. Naturvårdsverket rapport nr 5290

Naturvårdsverket (2003c). Åtgärder för minskad fosforutlakning från jordbruksmark till sjön Glan. Underlagsrapport (3) till Miljö kvalitetsnormer för fosfor i sjöar – redovisning av ett regeringsuppdrag. Naturvårdsverket rapport nr 5291

Malvenius, P. (2005). Närsalter i Surtan – källfördelning och åtgärdsförslag. Miljö i Mark 2005:3

SCB (2002). Utsläpp till vatten och slamproduktion. Sveriges officiella statistik. MI 22 SM0101

SCB (2003). Statistik för avrinningsområden 2000. Sveriges officiella statistik. MI11 SM0301

SCB (2004). Gödselmedel i jordbruket (2002/03). Handels och stallgödsel till olika grödor samt hantering och lagring av stallgödsel. Sveriges officiella statistik. MI30 SM 0403

Tonderski, K., Weisner, S., Landin, J., Oscarsson, H. (2002). Våtmarksboken -skapande och nyttjande av värdefulla våtmarker. Vastra Rapport 3. AB C O Ekblad & Co, Västervik

Ulén, B. (1997). Förluster av fosfor från jordbruksmark. Naturvårdsverket rapport nr 4731

Ulén, B., Johansson, G., Kyllmar, K. (2001). Model predictions and long term trends in phosphorus transport from arable land in Sweden. Agricultural Water Management 49 sid 197-21

Ulén, B. (2003) Concentrations and transport of different forms of phosphorus during snowmelt runoff from an illite clay soil. Hydrological Processes 17, 747-758

Ulén, B. (2005). Fosforförluster från mark till vatten. Naturvårdsverket rapport nr 5507

Wennerblom, T., Kvarnäs, H. (1996). Vattenplanering. Växtnäring: en beräkningsmodell. Naturvårdsverket rapport nr 4490

Muntliga referenser

Otto Pile, SGU Göteborg

Bilaga 1. Veckomedelvattenföring enligt PULS-modellen för 2003 och 2004

År	Vecka	Nolån 14	Sörån 30	Nolån 40	Storån 50a	Storån 50b	Storån 60
2003	1	0,41	0,886	1,54	2,76	3,02	3,50
2003	2	0,33	0,752	1,24	2,22	2,44	2,82
2003	3	1,03	1,58	3,82	6,28	6,87	7,96
2003	4	1,47	2,28	5,47	8,92	9,76	11,30
2003	5	1,58	2,68	5,86	9,55	10,45	12,10
2003	6	1,09	2,24	4,06	6,86	7,51	8,70
2003	7	0,70	1,65	2,59	4,54	4,97	5,76
2003	8	0,45	1,19	1,66	3,01	3,30	3,82
2003	9	0,32	0,898	1,19	2,21	2,42	2,80
2003	10	0,33	0,816	1,23	2,29	2,50	2,90
2003	11	1,31	1,95	4,88	7,72	8,45	9,78
2003	12	1,10	1,91	4,1	6,36	6,96	8,06
2003	13	0,73	1,56	2,73	4,44	4,86	5,63
2003	14	0,70	1,46	2,6	4,35	4,76	5,51
2003	15	0,71	1,43	2,63	4,36	4,78	5,53
2003	16	0,66	1,38	2,44	4,04	4,42	5,12
2003	17	0,55	1,2	2,05	3,53	3,87	4,48
2003	18	1,57	2,45	5,84	9,78	10,71	12,40
2003	19	1,54	2,65	5,72	9,39	10,28	11,90
2003	20	1,07	2,19	3,97	6,84	7,49	8,67
2003	21	1,02	2,07	3,79	6,64	7,27	8,42
2003	22	0,90	1,87	3,34	5,79	6,34	7,34
2003	23	0,60	1,38	2,22	3,93	4,30	4,98
2003	24	0,63	1,31	2,34	3,92	4,29	4,97
2003	25	0,51	1,09	1,91	3,16	3,45	4,00
2003	26	0,59	1,14	2,2	3,57	3,90	4,52
2003	27	1,01	1,62	3,75	5,85	6,40	7,41
2003	28	1,37	2,42	5,1	7,51	8,22	9,52
2003	29	1,01	2,22	3,75	5,83	6,38	7,39
2003	30	0,74	1,8	2,76	4,43	4,85	5,62
2003	31	0,54	1,4	1,99	3,31	3,63	4,20
2003	32	0,36	1,03	1,33	2,35	2,57	2,98
2003	33	0,28	0,818	1,05	1,90	2,08	2,41
2003	34	0,28	0,722	1,03	1,80	1,97	2,28
2003	35	0,29	0,704	1,08	1,81	1,99	2,30
2003	36	0,25	0,638	0,941	1,61	1,76	2,04
2003	37	0,22	0,549	0,824	1,41	1,55	1,79
2003	38	0,20	0,489	0,758	1,29	1,41	1,63
2003	39	0,20	0,462	0,736	1,25	1,36	1,58
2003	40	0,19	0,435	0,708	1,20	1,31	1,52
2003	41	0,21	0,456	0,789	1,33	1,46	1,69
2003	42	0,21	0,448	0,784	1,33	1,45	1,68
2003	43	0,19	0,416	0,719	1,22	1,33	1,54
2003	44	0,20	0,421	0,747	1,28	1,40	1,62
2003	45	0,25	0,487	0,928	1,55	1,69	1,96
2003	46	0,25	0,481	0,916	1,52	1,67	1,93
2003	47	0,65	0,965	2,4	3,99	4,37	5,06
2003	48	1,22	1,78	4,53	7,23	7,91	9,16
2003	49	0,93	1,63	3,44	5,57	6,10	7,06
2003	50	0,78	1,52	2,91	4,90	5,36	6,21
2003	51	0,89	1,68	3,29	5,51	6,04	6,99
2003	52	1,99	3,03	7,41	12,70	13,90	16,10
Medelvärde		0,70	1,36	2,62	4,35	4,76	5,51

År	Vecka	Nolån 14	Sörån 30	Nolån 40	Storån 50a	Storån 50b	Storån 60
2004	1	1,81	3,37	7,05	11,83	12,95	15,00
2004	2	1,18	2,64	4,58	7,97	8,72	10,10
2004	3	1,23	2,63	4,78	8,44	9,24	10,70
2004	4	0,93	2,18	3,63	6,67	7,31	8,46
2004	5	0,68	1,69	2,63	5,03	5,51	6,38
2004	6	1,90	3,08	7,40	12,47	13,64	15,80
2004	7	2,22	3,93	8,63	13,65	14,94	17,30
2004	8	1,45	3,16	5,64	9,39	10,28	11,90
2004	9	1,04	2,49	4,04	7,01	7,67	8,88
2004	10	0,73	1,86	2,84	5,05	5,53	6,40
2004	11	0,62	1,50	2,41	4,30	4,71	5,45
2004	12	1,96	3,19	7,64	12,15	13,30	15,40
2004	13	2,42	4,73	9,42	15,31	16,75	19,40
2004	14	1,54	3,70	6,01	10,41	11,40	13,20
2004	15	1,31	3,12	5,10	8,76	9,59	11,10
2004	16	0,87	2,30	3,40	5,95	6,51	7,54
2004	17	0,62	1,70	2,43	4,33	4,74	5,49
2004	18	0,52	1,39	2,04	3,65	3,99	4,62
2004	19	0,50	1,21	1,94	3,30	3,61	4,18
2004	20	0,50	1,12	1,94	3,27	3,58	4,15
2004	21	0,42	0,97	1,64	2,75	3,01	3,48
2004	22	0,30	0,76	1,17	2,02	2,21	2,56
2004	23	0,24	0,62	0,93	1,65	1,80	2,09
2004	24	0,23	0,54	0,89	1,53	1,68	1,94
2004	25	0,29	0,58	1,11	1,76	1,93	2,23
2004	26	0,53	0,89	2,06	3,08	3,37	3,90
2004	27	0,56	0,98	2,18	3,30	3,61	4,18
2004	28	0,86	1,46	3,35	5,18	5,66	6,56
2004	29	1,16	2,09	4,52	7,08	7,75	8,98
2004	30	0,88	1,87	3,41	5,63	6,17	7,14
2004	31	0,63	1,51	2,44	4,17	4,56	5,28
2004	32	0,43	1,14	1,67	2,92	3,20	3,70
2004	33	0,29	0,85	1,14	2,07	2,26	2,62
2004	34	0,32	0,79	1,24	2,17	2,37	2,75
2004	35	0,59	1,09	2,29	3,65	4,00	4,63
2004	36	0,73	1,32	2,85	4,64	5,08	5,88
2004	37	0,53	1,11	2,07	3,47	3,80	4,40
2004	38	0,89	1,59	3,46	5,70	6,23	7,22
2004	39	1,47	2,46	5,74	9,31	10,19	11,80
2004	40	1,13	2,17	4,39	7,25	7,94	9,19
2004	41	1,12	2,22	4,37	7,14	7,81	9,05
2004	42	0,97	2,12	3,77	6,21	6,80	7,87
2004	43	1,57	2,90	6,10	10,02	10,97	12,70
2004	44	2,21	4,42	8,60	14,12	15,46	17,90
2004	45	1,62	3,74	6,29	10,81	11,83	13,70
2004	46	1,42	3,28	5,54	9,47	10,36	12,00
2004	47	1,33	3,13	5,19	8,76	9,59	11,10
2004	48	1,51	3,25	5,87	9,94	10,88	12,60
2004	49	1,99	4,20	7,73	13,10	14,33	16,60
2004	50	1,50	3,57	5,82	10,02	10,97	12,70
2004	51	1,72	3,69	6,70	11,91	13,04	15,10
2004	52	2,32	4,54	9,03	15,31	16,75	19,40
2004	53	2,36	4,90	9,19	15,54	17,01	19,70
Medel:		1,10	2,30	4,27	7,18	7,86	9,10

Bilaga 2. Beräkningar av fosfortransport 2003-2004

2003

Provpunkt 14, Nolån

Vecka	mg P/l	Veckomedelvattenföring, m3/s	g/s	ton/år
7	0,013	0,70	0,009	0,287
16	0,015	0,66	0,010	0,312
23	0,024	0,60	0,014	0,454
33	0,015	0,28	0,004	0,132
42	0,013	0,21	0,003	0,086
49	0,009	0,93	0,008	0,264
Medel:	0,015	0,56	0,008	0,256

Provpunkt 30, Sörån

Vecka	mg P/l	Veckomedelvattenföring, m3/s	g/s	ton/år
7	0,017	1,65	0,028	0,885
16	0,011	1,38	0,015	0,479
23	0,014	1,38	0,019	0,609
33	0,014	0,82	0,011	0,361
42	0,016	0,45	0,007	0,226
49	0,011	1,63	0,018	0,565
Medel:	0,014	1,218	0,017	0,521

Provpunkt 40, Nolån

Vecka	mg P/l	Veckomedelvattenföring, m3/s	g/s	ton/år
7	0,013	2,59	0,034	1,062
16	0,008	2,44	0,020	0,616
23	0,014	2,22	0,031	0,980
33	0,011	1,05	0,012	0,364
42	0,012	0,78	0,009	0,297
49	0,009	3,44	0,031	0,976
Medel:	0,011	2,09	0,023	0,716

Provpunkt 50 a, Storån

Vecka	mg P/l	Veckomedelvattenföring, m3/s	g/s	ton/år
3	0,020	6,28	0,126	3,961
7	0,021	4,54	0,095	3,007
10	0,010	2,29	0,023	0,722
16	0,012	4,04	0,048	1,529
19	0,017	9,39	0,160	5,034
23	0,013	3,92	0,051	1,611
28	0,012	7,51	0,090	2,842
33	0,017	1,90	0,032	1,019
37	0,014	1,41	0,020	0,623
42	0,014	1,33	0,019	0,587
45	0,015	1,55	0,023	0,733
49	0,013	5,57	0,072	2,284
Medel:	0,015	4,15	0,063	1,996

Provpunkt 50 b, Storån

Vecka	mg P/l	Veckomedelvattenföring, m3/s	g/s	ton/år
3	0,049	6,87	0,337	10,616
7	0,014	4,97	0,070	2,194
10	0,007	2,50	0,018	0,552
16	0,013	4,42	0,057	1,812
19	0,015	10,28	0,154	4,863
23	0,014	4,30	0,060	1,898
28	0,013	8,22	0,107	3,370
33	0,019	2,08	0,040	1,246
37	0,011	1,55	0,017	0,538
42	0,015	1,45	0,022	0,686
45	0,017	1,69	0,029	0,906
49	0,012	6,09	0,073	2,308
Medel:	0,017	4,53	0,082	2,582

Provpunkt 60, Storån

Vecka	mg P/l	Veckomedelvattenföring, m3/s	g/s	ton/år
3	0,043	7,96	0,342	10,794
7	0,015	5,76	0,086	2,725
10	0,008	2,9	0,023	0,732
16	0,014	5,12	0,072	2,261
19	0,019	11,9	0,226	7,130
23	0,016	4,98	0,080	2,513
28	0,013	9,52	0,124	3,903
33	0,017	2,41	0,041	1,292
37	0,013	1,79	0,023	0,734
42	0,016	1,68	0,027	0,848
45	0,015	1,96	0,029	0,927
49	0,012	7,06	0,085	2,672
Medel:	0,017	5,25	0,097	3,044

2004

Provpunkt 14, Nolån

Vecka	mg/l	Veckomedelvattenföring, m3/s	g/s	ton/år
6	0,015	1,90	0,029	0,899
15	0,004	1,31	0,005	0,165
23	0,012	0,24	0,003	0,091
32	0,011	0,43	0,005	0,149
41	0,012	1,12	0,013	0,424
50	0,010	1,50	0,015	0,473
Medel: 0,011		1,08	0,012	0,367

Provpunkt 30, Sörån

Vecka	mg/l	Veckomedelvattenföring, m3/s	g/s	ton/år
6	0,017	3,08	0,052	1,651
15	0,007	3,12	0,022	0,689
23	0,012	0,62	0,007	0,235
32	0,014	1,14	0,016	0,503
41	0,014	2,22	0,031	0,980
50	0,012	3,57	0,043	1,351
Medel: 0,013		2,29	0,029	0,902

Provpunkt 40, Nolån

Vecka	mg/l	Veckomedelvattenföring, m3/s	g/s	ton/år
6	0,031	7,40	0,229	7,234
15	0,003	5,10	0,015	0,483
23	0,009	0,93	0,008	0,264
32	0,010	1,67	0,017	0,527
41	0,012	4,37	0,052	1,654
50	0,007	5,82	0,041	1,285
Medel: 0,012		4,22	0,060	1,908

Provpunkt 50 a, Storån

Vecka	mg/l	Veckomedelvattenföring, m3/s	g/s	ton/år
2	0,012	7,97	0,096	3,016
6	0,042	12,47	0,524	16,517
11	0,024	4,30	0,103	3,255
15	0,010	8,76	0,088	2,763
19	0,016	3,30	0,053	1,665
23	0,016	1,65	0,026	0,833
30	0,021	5,63	0,118	3,729
32	0,016	2,92	0,047	1,473
38	0,014	5,70	0,080	2,517
41	0,016	7,14	0,114	3,603
45	0,010	10,81	0,108	3,409
50	0,010	10,02	0,100	3,160
Medel: 0,017		6,72	0,121	3,828

Provpunkt 50 b, Storån

Vecka	mg/l	Veckomedelvattenföring, m ³ /s	g/s	ton/år
2	0,012	8,72	0,105	3,300
6	0,060	13,64	0,818	25,809
11	0,017	4,71	0,080	2,525
15	0,009	9,59	0,086	2,722
19	0,015	3,61	0,054	1,708
23	0,013	1,80	0,023	0,738
30	0,018	6,17	0,111	3,502
32	0,015	3,90	0,059	1,845
38	0,012	6,23	0,075	2,358
41	0,018	7,81	0,141	4,433
45	0,010	11,83	0,118	3,731
50	0,013	10,97	0,143	4,497
Medel:	0,018	7,42	0,151	4,764

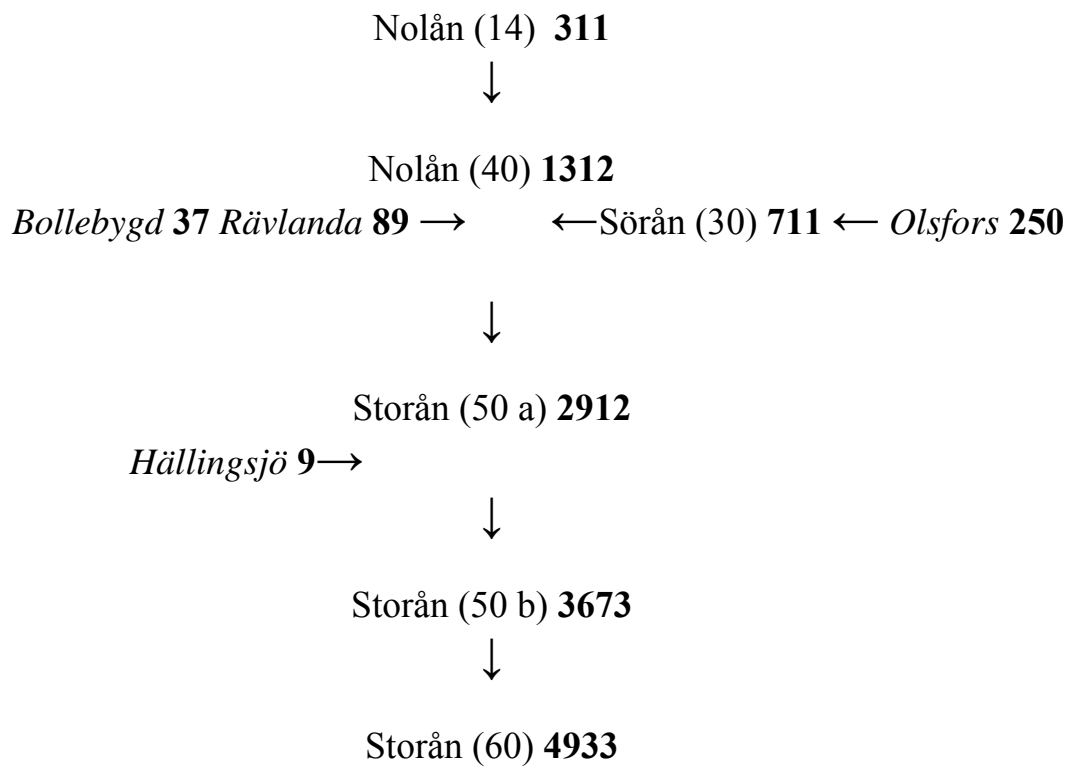
Provpunkt 60, Storån

Vecka	mg/l	Veckomedelvattenföring, m ³ /s	g/s	ton/år
2	0,011	10,10	0,111	3,504
6	0,095	15,8	1,501	47,336
11	0,014	5,45	0,076	2,406
15	0,009	11,10	0,100	3,150
19	0,016	4,18	0,067	2,109
23	0,011	2,09	0,023	0,725
30	0,018	7,14	0,129	4,053
32	0,015	3,70	0,056	1,750
38	0,013	7,22	0,094	2,960
41	0,018	9,05	0,163	5,137
45	0,010	13,70	0,137	4,320
50	0,011	12,70	0,140	4,406
Medel:	0,020	8,52	0,216	6,821

Bilaga 3. Fosfortransport i Storån

Medeltransport av fosfor (kg/år) 2003-2004

Medelvärde av utsläpp från ARV.



Bilaga 4. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet

enligt Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Naturvårdsverket Rapport 4913, 2000

TILLSTÅND, totalfosforhalt i sjöar, ($\mu\text{g/l}$)

Klass	Benämning	Halt maj-oktober	Halt augusti
1	Låga halter	$\leq 12,5$	$\leq 12,5$
2	Måttligt låga halter	12,5 – 25	12,5 – 23
3	Höga halter	25 – 50	23 – 45
4	Mycket höga halter	50 - 100	45 – 96
5	Extremt höga halter	> 100	Ej def.

TILLSTÅND, arealspecifik förlust av totalfosfor, (kg P/ha, år)

Klass	Benämning	Arealspecifik förlust	Beskrivning
1	Mycket låga förluster	$\leq 0,04$	Opåverkad skogsmark
2	Låga förluster	0,04 – 0,08	Vanlig skogsmark
3	Måttligt höga förluster	0,08 – 0,16	Myr, mindre erosionsbenägen åkermark
4	Höga förluster	0,16 – 0,32	Åker i öppet bruk
5	Extremt höga förluster	> 0,32	Erosionsbenägen åkermark

Bilaga 5. Enskilda avlopp, kommunvis

Bollebygds kommun

Anläggning	Antal hushåll	Reningsgrad (%)	Utsläpp (kg P/år)
Godkända avlopp	71	57,50	79
Ej godkända avlopp	48	12,50	109
Totalt	119		188

Härryda kommun

Anläggning	Antal hushåll	Reningsgrad (%)	Utsläpp (kg P/år)
Slamavskiljning + infiltration	92	70,0	72
Slamavskiljning + markbädd	115	37,5	187
Enbart slamavskiljning	23	30,0	42
Totalt	230		301

Marks kommun

Anläggning	Antal hushåll	Reningsgrad %	Utsläpp (kg P/år)
Slamavskiljning + infiltration	179	70,0	140
Slamavskiljning + markbädd	99	37,5	162
Slamavskiljning + stenkista	39	30,0	70
Enbart slamavskiljning	28	30,0	70
Torrdass	20	100	0
Sluten tank	9	100	0
Totalt	373		434

Rapportserien MILJÖ I MARK

Rapportserien började ges ut 1988, och sedan 1992 finns följande rapporter :

- 1992:1 Kvävefälla i Veselången – teknisk utformning
- 1992:2 Bottenfaunan i Slottsåns vattensystem våren 1991
- 1992:3 Bottenfaunan i Surtans vattensystem hösten 1991

- 1993:1 Dokumentation av några hotade och sällsynta arter i Marks kommun
- 1993:2 Radon i hus – undersökningar gjorda 1972–1992 i Marks kommun

- 1994:1 Slottsåns vattensystem – Fiskevårdande åtgärder
- 1994:2 Märgelgravar och andra småvatten i Marks kommun
- 1994:3 Naturvårdsplan
- 1994:4 Lavar och luft i Marks kommun 1993
- 1994:5 Miljö i Mark – Lokal Agenda 21

- 1995:1 Miljöprojekt i Mark - så här har vi gjort

- 1996:1 Färghandeln - Bilhandeln, underlag till miljödiplomering
- 1996:2 Bottenfauna i Marks kommun - En sammanställning

- 1997:1 Fiskevårdsplan för Lillån, Viskan
- 1997:2 Fiskevårdsplan för Surtan
- 1997:3 Naturvärdesbedömning av rinnande vatten - En bedömning, efter *System Aqua* av 29 vattendrag i Mark

- 1998:1 Texilkemikalier och plastadditiver

- 2001:1 Projekt Småvatten i Mark 2001 – en del i SNF:s jordbrukskampanj

- 2002:1 Lokalisering av en järnvägsanknuten godsterminal i Marks kommun

- 2003:1 Förändringar av arealförluster och halter av fosfor och kväve i Marks kommuns vattendrag 1987-2001

- 2004:1 Häggån i Marks kommun-beskrivning och naturvärdesbedömning av skyddsvärda vatten- och landmiljöer samt förslag till åtgärder
- 2004:2 Sjön Lygnerns miljö tillstånd - förr och nu
- 2004:3 En dammrivnings effekter på flora och fauna i och längs en å – Ljungaån, Marks kommun

- 2005:1 Ängar och hagar i Marks kommun – En återinventering sommaren 2004
- 2005:2 Miljöanalys av sediment i dämnd å – Ljungaån, Marks kommun
- 2005:3 Närsalter i Surtan – källfördelning och åtgärdsförslag

- 2006:1 Lax och öring i Rolfsåns vattensystem – dåtid, nutid och framtid
- 2006:2 Läkemedelsrester i två reningsverk och recipienten Viskan
- 2006:3 Restaurering av märgelgravar i Mark 2003-2006 (*endast PDF*)
- 2006:4 Fosforbelastning på Storån – källfördelning och åtgärder