

# Stadens inverkan på vattenmiljön i avrinningsområden

*Justyna Czemieli Berndtsson  
Lars Bengtsson*





## VA-Forsk

VA-Forsk är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna, vilket är unikt på så sätt att statliga medel tidigare alltid använts för denna typ av verksamhet. FoU-avgiften är för närvarande 1,05 kronor per kommuninnevånare och år. Avgiften är obligatorisk. Nästan alla kommuner är med i programmet, vilket innebär att budgeten årligen omfattar drygt åtta miljoner kronor.

VA-Forsk initierades gemensamt av Svenska Kommunförbundet och Svenskt Vatten. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten  
Ledningsnät  
Avloppsvattenrening  
Ekonomi och organisation  
Utbildning och information

VA-Forsk styrs av en kommitté, som utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

|                               |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| Anders Lago, ordförande       | Södertälje          |
| Olof Bergstedt                | Göteborgs VA-verk   |
| Roger Bergström               | Svenskt Vatten AB   |
| Daniel Hellström              | Stockholm Vatten AB |
| Stefan Marklund               | Luleå               |
| Mikael Medelberg              | Roslagsvatten AB    |
| Anders Moritz                 | Linköping           |
| Peter Stahre                  | VA-verket Malmö     |
| Jan Söderström                | Sv Kommunförbundet  |
| Göran Tägtström               | Borlänge            |
| Agneta Åkerberg               | Falkenberg          |
| Steinar Nybruket, adjungerad  | NORVAR, Norge       |
| Thomas Hellström, sekreterare | Svenskt Vatten AB   |

Författarna är ensamma ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

VA-Forsk  
Svenskt Vatten AB  
Box 47607  
117 94 Stockholm  
Tfn 08-506 002 00  
Fax 08-506 002 10  
svensktvatten@svensktvatten.se  
www.svensktvatten.se

*Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.*

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Rapportens titel:</b>                               | Stadens inverkan på vattenmiljön i avrinningsområden                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Title of the report:</b>                            | The influence of the city on the water environment in river basins                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Rapportens beteckning<br/>Nr i VA-Forsk-serien:</b> | 2006-23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Författare:</b>                                     | Justyna Czemieli Berndtsson, Lars Bengtsson, Teknisk vattenresurslära, LTH                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>VA-Forsk-projektnr:</b>                             | 23-118                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Projektets namn:</b>                                | Stadens roll i avrinningsområdet                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Projektets finansiering:</b>                        | VA-Forsk                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Rapportens omfattning<br/>Sidantal:</b>             | 23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Format:</b>                                         | A4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Sökord:</b>                                         | Vattenmiljö, dagvatten, reningsverk, fosfor, kväve, tungmetaller, jordbruk, skog                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Keywords:</b>                                       | Water environment, treatment plants, phosphorous, nitrogen, heavy metals, agriculture, forest                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Sammandrag:</b>                                     | Stadens påverkan på vattenmiljön diskuteras utifrån ett avrinningsområdesperspektiv med i huvudsak Höje å som tillämpningsexempel. Staden påverkar tungmetall- och fosforkoncentrationer i avrinnande åar om staden motsvarar ungefär 100 000 personer i ett 300 km <sup>2</sup> stort avrinningsområde.                     |
| <b>Abstract:</b>                                       | The influence of the city on the water environment on river basin scale is discussed with mainly the Höje River as an example. The city significantly influence the phosphorous and heavy metal conditions if the city is larger than about 100 000 people in an agricultural river basin smaller than 300 km <sup>2</sup> . |
| <b>Målgrupper:</b>                                     | Vattenplanerare, kommuningenjörer, miljöchefer, konsulter                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Omslagsbild:</b>                                    | Höje å nedströms Lund. Fotograf: Lars Bengtsson                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Rapporten beställs från:</b>                        | Finns att hämta hem som pdf-fil från Svenskt Vattens hemsida <a href="http://www.svensktvatten.se">www.svensktvatten.se</a>                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Utgivningsår:</b>                                   | 2006                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Utgivare:</b>                                       | Svenskt Vatten AB<br>© Svenskt Vatten AB                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## Förord

Man arbetar i dagens stadsmiljö mycket med att minska utsläpp från staden, kanske framför allt genom att ändra dagvattenhanteringen men också med hjälp av ekologiska metoder för sanitetshantering, speciellt separationsmetoder vad avser avloppsvatten. Föroreningsbelastningen på vattendrag från tätorter är emellertid inte alltid av särskilt stor betydelse i förhållande till de belastningar som orsakas av andra aktiviteter inom ett avrinningsområde.

I denna rapport ställs belastningen på vattendrag i form av tungmetaller och näringsämnen från tätorter av olika storlek i relation till belastningar från areella näringar och från atmosfäriskt nedfall. Tillämpningsområden är Kävlingeån, Sege å och Saxån. Noggranna beräkningar görs för Höje å. Mera teoretiskt beräknas belastningseffekten på olika stora vattendrag i områden med städer av olika storlek och jordbruksmark med olika stor utbredning.

Många uppgifter till grund för arbetet har erhållits från Lunds kommun. Material från Ekologgruppen i Landskrona har använts i stor utsträckning. Representanter för vattendragsförbunden för Sege å, Höje å, Saxån-Braån och Kävlingeån har bidragit med råd och information.

Arbetet har finansierats med bidrag från VA-Forsk.



# Innehåll

|                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Förord</b> .....                                                                                              | <b>3</b>  |
| <b>Sammanfattning</b> .....                                                                                      | <b>7</b>  |
| <b>Summary</b> .....                                                                                             | <b>8</b>  |
| <b>1 Inledning</b> .....                                                                                         | <b>9</b>  |
| <b>2 Studieområde – Höje å</b> .....                                                                             | <b>9</b>  |
| <b>3 Metodiken</b> .....                                                                                         | <b>10</b> |
| 3.1 Flöde, näringsämnen och tungmetaller i floden.....                                                           | 10        |
| 3.2 Kvantifiering av föroreningskällor.....                                                                      | 11        |
| 3.3 Beräknad effekt av utsläpp per ytenhet (alt. per pe) på<br>vattenkvalitén i en hypotetisk liten flod .....   | 12        |
| 3.4 Effekten av hypotetiska ändringar av markanvändningen i<br>avrinningsområdet på vattenkvalitén i Höje å..... | 12        |
| 3.5 Effekten av ny rening av olika utsläpp till Höje å på<br>vattenkvalitén i floden.....                        | 12        |
| 3.6 Vattenkvalitet i avrinningsområden gränsande till Höje å .....                                               | 13        |
| <b>4 Resultat</b> .....                                                                                          | <b>14</b> |
| 4.1 Flöde, näringsämnen och tungmetaller i floden.....                                                           | 14        |
| 4.2 Kvantifiering av föroreningskällor.....                                                                      | 14        |
| 4.3 Beräknad effekt av utsläpp per ytenhet (alt. per pe) på<br>vattenkvalitén i en hypotetisk liten flod .....   | 16        |
| 4.4 Effekten av hypotetiska ändringar av markanvändningen i<br>avrinningsområdet på vattenkvalitén i Höje å..... | 17        |
| 4.5 Effekten av ny rening av olika utsläpp till Höje å på<br>vattenkvalitén i floden.....                        | 18        |
| 4.6 Vattenkvalitet i avrinningsområden gränsande till Höje å .....                                               | 19        |
| <b>5 Slutsatser</b> .....                                                                                        | <b>20</b> |
| <b>Tackord</b> .....                                                                                             | <b>20</b> |
| <b>Referenser</b> .....                                                                                          | <b>21</b> |



## Sammanfattning

Staden påverkar vattenmiljön. Hur stor den relativa påverkan är beror på stadens och avrinningsområdets storlek samt på typ av aktiviteter i avrinningsområdet. För att miljöförbättrande åtgärder skall vara kostnadseffektiva behöver inverkan av olika aktiviteter sättas i relation till varandra. I denna rapport kvantifieras utsläpp av näringsämnen och tungmetaller från samhällen, jordbruk, skogsbruk och atmosfäriskt nedfall med Höje å som exempel. Beräkningar görs utifrån observationer och kompletteras med uppgifter från litteraturen. Schablonvärden och diagram tas fram för att kunna användas för grov bedömning av stadens påverkan på vattenmiljö i andra liknande avrinningsområden; här tillämpas de på: Kävlingeån, Sege ån och Saxån-Braån. Effekterna av olika åtgärder beräknas för Höje å. Resultaten visar att jordbruket är den största kvävekällan. Fosforhalten i vattnet är mest påverkat av vattenutsläppen från tätorter. Dagvattnet står för den största lasten av tungmetaller. Reduktion av läckage från jordbruket eller ändring av markanvändning skulle ha störst relativ effekt på kvävestatusen i vattendragen. Rening av dagvatten skulle ha störst effekt på utsläppen av tungmetaller.

## Summary

The city influences the water environment in a river basin to an extent, which depends on the size of the city and on the different activities within the basin. Different means within a city for improving the environment give different results in different basins: a small town does not influence a large river while a big city has a large effect on a small river. In this report, the contribution of nutrients and heavy metals from communities, agriculture, forestry and atmospheric deposition are quantified using The Höje River as an example. Calculations are made from observations and are complemented with numbers from the literature. Generalized values are derived and applied to the rivers Kävlingeån, Sege and Saxån-Braån. For these rivers agriculture is the main nitrogen source, phosphorous is mainly from the cities. The load of heavy metals is mainly from urban storm water. Means of reduction of leakage from agriculture or change of land use would be most effective for improvement of the nitrogen status. Treatment of storm water would be most effective for reduction of the loading of heavy metals.

# 1 Inledning

I Sverige bedrivs omfattande studier av markavrinningspåverkan (jordbruk, skogsbruk och naturmark) på vattenkvaliteten i naturliga vattendrag (Arheimer & Brandt 2000; Hoffmann & Johnsson 2000; Stålnacke m.fl. 1999; Löfgren & Olsson 1990). Också vatten i de urbana miljöerna (dagvatten och spillvatten) undersöks och vissa nya tekniker för bedömning och förbättring av dess kvalitet utvecklas och utvärderas (Urban Water Program 2001). Utvecklingen i dagvatten- och spillvattens hantering inklusive t.ex. källkontroll av avloppsvatten och lokalt omhändertagande av dagvatten motiveras bl.a. med de förväntade miljöförbättringarna av naturliga vattendrag. Den relativa effekten av miljöanpassade urbana vattensystem på vattenkvaliteten i de naturliga recipienterna jämfört med andra aktiviteter i avrinningsområde får emellertid ringa uppmärksamhet. Problemet är dock centralt såväl för den integrerade effekten på ett helt avrinningsområde som för att bedöma hur meningsfullt det är med åtgärder i stadens vattensystem.

I denna studie undersöks påverkan av avrinningsvatten från urbana miljöer, jordbruk skogsbruk och bidragen från atmosfäriskt nedfall på ett exempelvattendrag i södra Sverige – Höje å. Näringsämnen och vissa tungmetaller analyseras. Tillgängliga data

från mätningar används, om sådana saknas används uppgifter från litteraturen. Bidragen från enhet yta, enhet hårdjord yta eller invånare beräknas. Dessa data tillämpas sedan på tre andra liknande vattendrag i södra Sverige för att grovt uppskatta utsläppen från enskilda aktiviteter och dess påverkan på vattenkvaliteten i floderna.

För Höje å analyseras också olika hypotetiska åtgärder och deras effekt på vattenkvaliteten i floden. Bland de strukturella åtgärderna analyseras ändrad markanvändning, och bland de icke strukturella analyseras nya eller ändrade vattenreningsanläggningar. De senare är dammar på jordbruksmark, skyddszoner, källkontroll av toalettavfall i städerna, dagvattendammar och dagvatteninfiltration.

## 2 Studieområde – Höje å

Höje åns avrinningsområde (316 km<sup>2</sup>) ligger i Skåne. Detta avrinningsområde domineras av jordbruk (191 km<sup>2</sup>) och det typiska Höje å landskapet visas i Figur 2-1. Resten delas mellan betesmark (11 km<sup>2</sup>), skogsmark (37 km<sup>2</sup>), vattenyta (2 km<sup>2</sup>) och urbana miljöer (37 km<sup>2</sup>) (SCB 2003). De största samhällena är Lund, Staffanstorp, Lomma, Dalby, och Genarp. År 2000 hade Höje åns avrinningsområde 103100 invånare av vilka 98600 bodde i urbana miljöer.



Figur 2-1. Höje å, skyddszoner och närliggande jordbruksmark (Bengtsson 2001–2003).

Under perioden 1961–1990 var årsnederbörden i Lund i genomsnitt 655 mm och den årliga avrinningen var i genomsnitt 250–315 mm (Krook m.fl. 2000). Den dominerande jordarten i Höje åns avrinningsområde är moränlera. Under 1990-talet var medelvattenföringen 2,8 m<sup>3</sup>/s (SCB 2003).

Vattenkvaliteten i floden påverkas mest av de urbana utsläppen (dagvatten och spillvatten) och avrinningen från jordbruksmark. Det finns inga industriella utsläpp till vattendragen. Kartan över Höje åns avrinningsområde med provtagningspunkterna, vilka har används i denna studie, visas i Figur 2-2.

Det finns fem avloppsreningsverk (ARV) i Höje åns avrinningsområde. I Lunds kommun finns ARV i Källby (tar emot avloppsvatten från Lund), Dalby, Genarp och Björnstorp. Det finns ett ARV i Staffanstorp kommun. Avloppsvatten från Lomma kommun tas emot av Sjölanda ARV i Malmö. Ungefär 10 % av avloppsnätet i Lund är kombinerad; i Dalby är det ungefär 5 %. Resten av avloppsnätet är separat för dagvatten och spillvatten (Lunds kommun 2000–2002; Staffanstorp kommun 2000–2002). Exklusive utsläppen av dagvatten till det kombinerade avloppsnätet släpps dagvatten ut direkt till recipienten utan någon rening.

För att minska utsläppen av näringsämnen från jordbruket till recipienten Höje å har 68 ha dammar anlagts i avrinningsområdet.

## 3 Metodiken

Studien baseras på tillgängliga data från lokala övervakningsprogram (vattenkvaliteten och flödena i Höje å, utsläppen från kommunala ARV) och mätningar (dagvattenkvalité i Lund). Där det saknas data från övervakningsprogram från Höje å avrinningsområde tas uppgifter från övervakningsprogram av närliggande och fysiskt sett liknande områden (näringsläckage och avrinning från jordbruksmark, avrinning och näringsämnen och metallläckage från skogsmark, och atmosfärisk nedfall). Där data från mätningar saknas görs beräkningar baserade på tillgängliga uppgifter från litteraturen (metaller i avrinning från jordbruksmark, dagvatten avrinning, genomsnittliga kvaliteten av bräddningsvatten). För detaljerade uppgifter om provtagnings- och analysmetodiken hänvisas till tidigare förekommande rapporter.

### 3.1 Flöde, näringsämnen och tungmetaller i floden

Årliga transporter av näringsämnen och tungmetaller



Figur 2-2. Höje å avrinningsområde och provtagningspunkter (Bengtsson 2001–2003).

i Höje å beräknas baserade på övervakningsprogram för recipienten (Bengtsson 2001–2003). Vattenprover tas en gång per månad i tio provtagningspunkter och en gång per vecka i två punkter. Tungmetaller (Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, Cd) analyseras i flödesproportionellt årsblandprov från månadsprovtagningar vid två provtagningspunkter, dvs. 10 och 21 (Figur 2-2). Vattenföring beräknas från uppmätta vattennivåer vid punkt 10 och 21. Vattenföring vid p 23a är officiell SMHI data från a "stage-discharge curve" (ibid.). Den totala transporten av metaller i Höje å beräknas i denna rapport genom ökning av värdena från punkt 21 proportionellt till flödesökningen mellan p 21 och mynningen (p. 24a, Figur 2-2). Eftersom karaktären av markutsläppen och andra källor är samma i hela avrinningsområdet och sträckan mellan punkt 21 och 24a är mindre än 15 % av den totala vattendragslängden förväntas felen i beräkningen vara liten.

### 3.2 Kvantifiering av föroreningskällor

Beräkningen av utsläppen av kväve, fosfor och tungmetaller från kommunala ARV är baserad på resultaten från mätningar enligt miljörapporterna. Där uppmätta värden av tungmetallhalterna i renat avloppsvatten saknas görs beräkningar baserade på de uppmätta värdena från Staffanstorp kommun år 2002.

Generellt finns det inga uppmätta värden tillgängliga av dagvattenutsläppen i Höje åns avrinningsområde. Därför beräknas dagvattenutsläppen till recipienten enligt Naturvårdsverket (1983). Den beräkningen baseras på storleken av hårdjorda ytor och årsnederbörden. Utsträckningen av hårdjorda ytor i städerna och de större vägarna i Höje åns avrinningsområde tas från Backe m.fl. (2003). Beräknade årliga dagvattenmängder reduceras med 10 % i Lund och 5 % i Dalby, dvs. med andel dagvatten vilket släpps in i kombinerade avloppsnätet. Under november 2001–december 2002 har tidsproportionella dagvattenprover tagits i två dagvattenkylvertar i Lund (30 stycken från varje kulvert) (Nitare 2004). Uppmätta medelkoncentrationer (Tot-N = 3,15 mg/l, Tot-P = 0,25 mg/l, Cd = 0,2 ng/ml, Cr = 3,3 ng/ml, Cu = 28,3 ng/ml, Ni = 4,5

ng/ml, Pb = 4,9 ng/ml och Zn = 64,6 ng/ml) används i denna rapport för beräkningen av föroreningstransporten med dagvatten till recipienten.

Bräddningsvolymen övervakas av ARV:s verksamhet (Lunds kommun 2000–2001; Staffanstorp kommun 2000–2002) och uppmätta värden används till beräkningar i denna rapport. Utsläppen av näringsämnen med bräddvatten till Höje å beräknas från uppmätta volymer och koncentrationer. Belastningen av tungmetaller i bräddvatten beräknas från uppmätta volymer och koncentrationer enligt litteraturen (Larm 1994).

Beräkningen av atmosfäriskt nedfall på vattenyta i Höje åns avrinningsområde beräknas från uppmätta data i Arup (Skåne) enligt nationell miljöövervakning av luft- och nederbördskemikemi (Kindbom m.fl. 2001). Fosfor ingår inte i det ovan nämnda övervakningsprogrammet och därför har data från nederbördsprovtagning i Malmö och Lund under hösten 2003 används (Czemiel Berndtsson m.fl. 2005).

Läckage av näringsämnen från jordbruksmark i Höje åns avrinningsområde beräknas baserad på data från övervakningsprogram av två små avrinningsområden i Skåne, dvs. Asmundtorp-Svalöv och Vemmenhög-Skurup. Uppmätta flödesproportionella årsmedelkoncentrationer av total fosfor och totalkväve över ett treårsperiod var 0,077 mg/l och 7,08 mg/l, respektive (Carlsson m.fl. 2000, 2001, 2003). I övervakade avrinningsområden var årsavrinningen lika med 44 % av årsnederbörden. Detta används för beräkning av årsavrinningsvolym i Höje åns avrinningsområde. Det finns ingen specifik data av tungmetallläckage från jordbruksmark i Höje åns avrinningsområde. För beräkningar används tillgängliga litteraturuppgifter enligt Andersson (1992) (g/ha): Zn = 7,5; Cu = 4,3; Ni = 3,9; Cr = 0,7; Pb = 0,5; och Cd = 0,06. Effekten av nyanlagda dammar och vegetationszoner i Höje åns avrinningsområde tas inte upp i beräkningen.

Beräkningen av näringsämnen och metallläckage från skogsmark och betesmark baseras på data från övervakningsprogram av skogsbevuxna avrinningsområden; senaste tillgängliga data är från det sydligaste övervakade området (Aneboda, Småland) används: Tot-P = 0,013 mg/l, Tot-N = 0,646 mg/l, Cu = 0,69 ng/l, Pb = 1,1 ng/l, Zn = 5,41 ng/l och Cd = 0,04 ng/l (Löfgren 2002).

### 3.3 Beräknad effekt av utsläpp per ytenhet (alt. per pe) på vattenkvaliteten i en hypotetisk liten flod

Effekten av enhetliga utsläpp på vattenkvaliteten i en hypotetisk flod med vattenföringen 1 m<sup>3</sup>/s beräknas med utgångspunkt i värdena från Höje åstudien. Följande utsläpp beaktas: dagvatten, atmosfäriskt nedfall, markavrinning från jordbruk och skog, renat avloppsvatten från personekvivalent (pe). För att kunna beräkna effekten av utsläppen på vattenkvaliteten i den hypotetiska floden görs en enkel substansflödeanalys. Den årliga ackumulationen av tungmetaller i floden räknas ut som skillnaden mellan tillflöden och utflöden baserat på resultaten från Höje åstudien. Som tillflöden räknas belastningen från alla källor. Eventuellt bortförande av de ackumulerade tungmetallerna med biomassan eller sediment räknas inte. Baserad på situationen i Höje å under åren 2000–2002 är det svårt att bedöma om kväve och fosfor ackumuleras (reduceras) i vattendragen eller frigörs (produceras). Därför antas följande för en hypotetisk flod: producerad mängd – reducerad mängd = tillflöde – utflöde = 0.

För att beräkna de potentiella koncentrationerna av tungmetaller i vatten reduceras enhetliga utsläpp med beräknad ackumulation. Hänsyn tas också till bakgrundskoncentrationer, dvs. koncentrationer i opåverkade naturliga vattendrag (inga utsläpp). Följande bakgrundskoncentrationer, typiska för små vattendrag i södra Sverige (Naturvårdsverket 1999), används i denna studie: Cr = 0,2 ng/ml, Ni = 0,4 ng/ml, Cu = 0,5 ng/ml, Zn = 2,0 ng/ml, Pb = 0,24 ng/ml och Cd = 0,014 ng/ml.

### 3.4 Effekten av hypotetiska ändringar av markanvändningen i avrinningsområdet på vattenkvaliteten i Höje å

Koncentrationerna av näringsämnen och tungmetaller i Höje ås mynning beräknas för olika hypotetiska ändringar av markanvändningen i avrinningsområdet. I beräkningarna används de tidigare beräknade effekterna av utsläpp per ytenhet (alt. per pe) på

vattenkvaliteten i en hypotetisk flod. Följande markanvändningsändringar beaktas:

- skogsmark i hela avrinningsområdet;
- avrinningsområdet jämt fördelat mellan skogs- och jordbruksmark;
- jordbruk i hela avrinningsområdet;
- 30 km<sup>2</sup> bebyggt område (15 km<sup>2</sup> hårdgjord yta) med 100000 invånare, resterande mark skogsbevuxen;
- 50 km<sup>2</sup> bebyggt område (35 km<sup>2</sup> hårdgjord yta) med 500000 invånare, resterande mark skogsbevuxen.

För varje scenario tillräknas atmosfäriskt nedfall på 2 km<sup>2</sup> vattenyta. Bakgrundskoncentrationerna beaktas inte.

### 3.5 Effekten av ny rening av olika utsläpp till Höje å på vattenkvaliteten i floden

Hypotetiska åtgärder i Höje ås avrinningsområde och deras effekt på vattenkvaliteten i floden analyseras. Följande reningsmetoder beaktas: dammar och vegetationsskydds-zoner för rening av avrinning från jordbruksmark, källkontroll av toalettavlopp i städerna, dagvattenrening i dammar och infiltration av dagvatten.

Effekten av hypotetisk anlagda dammar på avrinnande vatten från jordbruket i Höje ås avrinningsområde beräknas. Beräkningar baseras på resultaten av studier av befintliga dammar i Höje ås avrinningsområde i vilka reduktion av kväve, fosfor och suspenderat material i dammarna har undersökts (Wedding 2003). Följande tre dammar studerades:

- Råbytorp (damm yta 0,75 ha, tillrinningsyta 380 ha);
- Slogstorp (damm yta 0,65 ha, tillrinningsyta 880 ha);
- Genarp (damm yta 1 ha, tillrinningsyta 300 ha).

Prover togs från inlopp- och utloppspunkt av dammarna under respektive nio, fem och fyra år. Varje vecka analyserades två samlingsprover från varje provtagningspunkt. Resultaten visar att i genomsnitt reducerades kväve med 4 % till 45 %, fosfor med 9 % till 50 % och suspenderat material med 30 % till

50 % (ibid.). Baserad på resultaten av detta damm-övervakningsprogram används i analysen i denna rapport följande reningseffekt: 30 % kvävereduktion och 35 % fosforreduktion. Tungmetallreduktionen i ovan nämnda dammar undersöktes inte, dock visar andra studier att reduktionen av tungmetaller i optimaldesignade dammar ligger på samma nivå som reduktionen av suspenderat material (Pettersson 1999). Därför antas här att potentiellt 40 % av tungmetallerna ackumuleras i dammarna. Vidare antas att hela avrinningen från jordbruksmark passerar dammarna innan den släpps ut till recipienten.

Vegetationsskyddszoner, 6 till 20 m breda gräsbevuxna ytor längs flodbankar, används ofta för att reducera läckaget av partikelbunden fosfor från jordbruksmark till recipienten. Enligt Ulén (2004) har vegetationsskyddszoner reduceringsförmåga för partikel bunden fosfor upp till 25 %. Skyddszoner kan också användas för rening av dagvatten. Enligt uppgifter från litteraturen efter Larm (2000) har skyddszoner förmågan att reducera 25 % av kväve och 80 % av bly, koppar, zink och kadmium i dagvatten. Ovanstående värden används i analysen i denna rapport.

Påverkan av källsortering av toalettavlopp i städerna på vattenkvaliteten i floden beräknas genom antaganden att 90 % av kväve och 75 % av fosfor i hushållens spillvatten kommer från toalettavlopp (Naturvårdsverket 1995). Vidare antas att efter separering av toalettavlopp från andra spillvatten reningseffekten vid ARV Lund ligger kvar på dagens nivå dvs. 96 % för fosfor och 80 % för kväve.

Dagvattendammar bidrar till dagvattenrening. Efter Pettersson (1999) antas i denna studie följande reningseffekt: 33 % för kväve, 74 % för fosfor<sup>1</sup>, 82 % för Zn, 75 % för Cu, 82 % för Pb och 88 % för Cd. Dessa värden gäller för dammar med optimal storlek,

vilket är 250 m<sup>2</sup> dammyta per 1ha hårdgjord del av tillrinningsytan.

Infiltration av dagvatten är ännu ett alternativ för omhändertagande och rening av dagvatten. Renings-effekter av olika infiltrationsanläggningar är olika beroende på deras storlek och utformning. Larm (1994) rapporterar följande reningseffekter av infiltrationsanläggningar efter uppgifter från litteraturen:

- Infiltrationsdike: 90 % för metaller och 60 % för fosfor och kväve;
- Gräsbevuxna ytor: 50–90 % för metaller, 30 % för fosfor och 25 % för kväve;
- Genomsläppliga gatubeläggningar: 80 % för kväve och suspenderat material och 60 % för fosfor.

Baserat på ovanstående uppgifter antas i denna analys att allt dagvatten i avrinningsområdet infiltreras och reningseffekten är 90 % för metaller och 60 % för kväve och fosfor.

### 3.6 Vattenkvalitet i avrinningsområden gränsande till Höje å

Effekten av utsläppen på vattenkvaliteten i form av koncentrationer i tre utvalda vattendrag i Skåne (Kävlingeån, Sege ån och Saxån-Braån) beräknas från uppgifter om avrinningsområdena, dvs. markanvändningen, befolkningen (Tabell 3-1) och schabloner för läckage med utgångspunkt i värdena från Höje å avrinningsområde (se kapitel 3.3). Som bakgrunds-koncentrationer för tungmetaller används Naturvårdsverkets (1999) siffror för vattendrag. I beräkningen antas att 30 % av den urbana ytan bidrar till

Tabell 3-1. Markanvändning och befolkning i avrinningsområdena enligt SCB, 2003.

| Flod        | Flöde årsmedel i mynningen [m <sup>3</sup> /s] | Vatten areal [km <sup>2</sup> ] | Åker [km <sup>2</sup> ] | Skog, bete [km <sup>2</sup> ] | Tätort [km <sup>2</sup> ] | Total befolkning |
|-------------|------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------|
| Kävlingeån  | 11,8                                           | 26                              | 734                     | 180                           | 35                        | 67000            |
| Sege ån     | 2,7                                            | 8                               | 208                     | 88                            | 30                        | 58700            |
| Saxån-Braån | 3,9                                            | –                               | 288                     | 61                            | 11                        | 22900            |

<sup>1</sup> Enligt Petersson (1999) var reduceringsförmågan av fosfat-fosfor i genomsnitt 74 % i undersökta dammar; reduceringsförmåga av totalfosfor studerades inte. I denna studie antas att reduktionsförmågan av total fosfor är minst 74 %.

dagvattenavrinning. Det finns två industriutsläpp till Kävlingeån (Danisco i Örtofta och Solanum i Kävlinge). År 2000 motsvarade industriutsläppet 17 % av den fosfor och 20–25 % av kvävet som totalt släpptes ut från avlopp och industri till huvudfåran (Eriksson, 2001). I beräkningen togs hänsyn till påverkan från industriutsläppen på vattenkvaliteten i Kävlingeån genom ökning (17 % för fosfor och 25 % för kväve) av de beräknade utsläppen från ARV:s. Utsläppen från industrier står för en liten andel av det fosfor och kväve som tillförs Kävlingeåns avrinningsområde och kan endast lokalt påverka vattenkvaliteten (ibid.).

Uppskattade koncentrationer av näringsämnen och i fallet Saxån-Braån även tungmetallerna jämförs med uppmätta koncentrationer. Under recipienternas övervakningsprogram tas bl.a. prover från huvudfloderna nära mynningen och kväve- och fosforkoncentrationerna mäts. Uppmätta koncentrationer presenteras i Tabell 3-2.

I vattenproverna från mynningen av Saxån mättes även tungmetallkoncentrationer och, under 2000–2002, har följande årsmedelkoncentrationer

Tabell 3-2. Uppmätta koncentrationer av totalkväve och totalfosfor i Kävlingeån, Sege ån och Saxån-Braån.

| Flod                                   | Tot-N årsmedel<br>mg/l           | Tot-P årsmedel<br>mg/l              |
|----------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Kävlingeån <sup>(a)</sup><br>1999–2000 | 5,1<br>(min=4mg/l;<br>max=9mg/l) | 0,09<br>(min=0,07;<br>max=0,14mg/l) |
| Sege ån <sup>(b)</sup><br>2001         | 5,1                              | 0,07                                |
| 2002                                   | 6,2                              | 0,13                                |
| 2003                                   | 3,9                              | 0,09                                |
| Saxån-Braån <sup>(c)</sup><br>2001     | 6,4                              | 0,11                                |
| 2002                                   | 5,8                              | 0,07                                |
| 2003                                   | 6,4                              | 0,10                                |

<sup>(a)</sup> Eriksson (2001); <sup>(b)</sup> Pröjts (2004); <sup>(c)</sup> Saxån-Braåns Vattenvårdskommitté (2004).

Tabell 4-1. Medelkoncentrationer av näringsämnen (provtagningspunkt 24a) och metaller (provtagningspunkt 21) (Bengtsson, 2001–2003) samt klassifikation av vattenkvalité (i parantes) enligt Naturvårdsverket (1999)

| År   | Tot-P<br>ng ml <sup>-1</sup> | Tot-N<br>ng ml <sup>-1</sup> | Cr<br>ng ml <sup>-1</sup> | Ni<br>ng ml <sup>-1</sup> | Cu<br>ng ml <sup>-1</sup> | Zn<br>ng ml <sup>-1</sup> | Pb<br>ng ml <sup>-1</sup> | Cd<br>ng ml <sup>-1</sup> |
|------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 2000 | 100 (4)                      | 5 800 (5)                    | 0,215 (1)                 | 1,39 (2)                  | 2,36 (2)                  | 4,49 (1)                  | 0,431 (2)                 | 0,019 (2)                 |
| 2001 | 105 (5)                      | 4 000 (4)                    | 0,232 (1)                 | 1,4 (2)                   | 2,67 (2)                  | 6,09 (2)                  | 0,602 (2)                 | 0,021 (2)                 |
| 2002 | 105 (5)                      | 4 800 (4)                    | 0,226 (1)                 | 1,15 (1)                  | 2,21 (2)                  | 4,67 (1)                  | 0,452 (2)                 | 0,016 (2)                 |

uppmäts: Cr = 0,23 ng/ml, Ni = 1,03 ng/ml, Cu = 1,74 ng/ml, Zn = 2,44 ng/ml, Pb = 0,69 ng/ml och Cd = 0,02 ng/ml (Bengtsson 2003).

## 4 Resultat

### 4.1 Flöde, näringsämnen och tungmetaller i floden

I Tabell 4-1 redovisas årliga medelkoncentrationer av näringsämnen (provtagningspunkt nr 24a) och metaller (provtagningspunkt nr 21) i Höje å samt respektive vattenklass enligt Naturvårdsverket (1999). När det gäller koncentrationer av metaller i vatten så motsvarar Höje åns vattenkvalité klass 1 eller 2 vilket betyder att det finns ingen eller liten risk för ekosystemen. När det gäller näringsämnen så motsvarar Höje åns vattenkvalité sjövattnsklass 4 eller 5 vilka är definierade som mycket hög koncentration. Vattenföringen i Höje å samt årliga transporten av kväve, fosfor och metallerna under år 2000–2002 redovisas i Tabell 4-2.

### 4.2 Kvantifiering av föroreningskällor

Årsbelastningen av fosfor, kväve och tungmetaller till Höje å från ARV, dagvatten, bräddning, atmosfäriskt nedfall, jordbruksmark och skogsmark redovisas i Tabell 4-2.

Tabell 4-2. Årsbelastningen av tungmetaller och näringsämnen till Höje å från olika källor och den årliga transporten av näringsämnen och metaller i floden.

| År   | Källa                   | Volym<br>m <sup>3</sup> år <sup>-1</sup> | Tot-P<br>kg år <sup>-1</sup> | Tot-N<br>kg år <sup>-1</sup> | Cr<br>kg år <sup>-1</sup> | Ni<br>kg år <sup>-1</sup> | Cu<br>kg år <sup>-1</sup> | Zn<br>kg år <sup>-1</sup> | Pb<br>kg år <sup>-1</sup> | Cd<br>kg år <sup>-1</sup> |
|------|-------------------------|------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 2000 | ARV                     | 14560134                                 | 2500                         | 98400                        | 28,5                      | 55,0                      | 94,1                      | 315,4                     | 9,5                       | 1,4                       |
|      | Dagvatten               | 11107933                                 | 2777                         | 34990                        | 36,7                      | 50,0                      | 314,4                     | 717,6                     | 54,4                      | 2,2                       |
|      | Bräddning               | 27128                                    | 108                          | 244                          | –                         | –                         | 4,1                       | 16,2                      | 5,4                       | 0,2                       |
|      | Atmosfäriskt<br>nedfall | 1478000                                  | 30                           | 2000                         | 0,5                       | 0,4                       | 2,6                       | 20                        | 4                         | 0,2                       |
|      | Jordbruk                | 62105560                                 | 4782                         | 439894                       | 13,4                      | 74,5                      | 82,1                      | 143,2                     | 9,5                       | 1,1                       |
|      | Skog                    | 13124640                                 | 171                          | 8478                         | –                         | –                         | 9,1                       | 71,0                      | 14,4                      | 0,5                       |
|      | Total                   | 102403395                                | 10368                        | 584007                       | 79,1                      | 179,9                     | 506,4                     | 1 283,5                   | 97,3                      | 5,6                       |
|      | Transporten<br>i Höje å | 104068800                                | 10000                        | 688000                       | 22                        | 146                       | 247                       | 471                       | 45                        | 2                         |
| 2001 | ARV                     | 13666043                                 | 3400                         | 88400                        | 25,8                      | 44,2                      | 79,5                      | 243,2                     | 8,3                       | 0,8                       |
|      | Dagvatten               | 9978018                                  | 2495                         | 31431                        | 32,9                      | 44,9                      | 282,4                     | 644,6                     | 48,9                      | 2,0                       |
|      | Bräddning               | 1346                                     | 5                            | 12                           | –                         | –                         | 0,2                       | 0,8                       | 0,3                       | 0,0                       |
|      | Atmosfäriskt<br>nedfall | 1348000                                  | 30                           | 2000                         | 0,5                       | 0,4                       | 2,6                       | 20                        | 4                         | 0,2                       |
|      | Jordbruk                | 56642960                                 | 4361                         | 401202                       | 13,4                      | 74,5                      | 82,1                      | 143,2                     | 9,5                       | 1,1                       |
|      | Skog                    | 11970240                                 | 156                          | 7733                         | –                         | –                         | 8,3                       | 64,8                      | 13,2                      | 0,5                       |
|      | Total                   | 93606607                                 | 10447                        | 530778                       | 72,6                      | 164,0                     | 455,1                     | 1 116,7                   | 84,3                      | 4,6                       |
|      | Transporten<br>i Höje å | 75686400                                 | 7400                         | 419000                       | 17                        | 105                       | 200                       | 456                       | 45                        | 1,6                       |
| 2002 | ARV                     | 14664205                                 | 2900                         | 106800                       | 22,3                      | 58,8                      | 65,3                      | 225,5                     | 8,5                       | 1,2                       |
|      | Dagvatten               | 10881950                                 | 2721                         | 34278                        | 35,9                      | 49,0                      | 308,0                     | 703,0                     | 53,3                      | 2,2                       |
|      | Bräddning               | 1607                                     | 6                            | 14                           | –                         | –                         | 0,2                       | 1,0                       | 0,3                       | 0,0                       |
|      | Atmosfäriskt<br>nedfall | 1452000                                  | 30                           | 2000                         | 0,5                       | 0,4                       | 2,6                       | 20                        | 4                         | 0,2                       |
|      | Jordbruk                | 61013040                                 | 4698                         | 432155                       | 13,4                      | 74,5                      | 82,1                      | 143,2                     | 9,5                       | 1,1                       |
|      | Skog                    | 12893760                                 | 168                          | 8329                         | –                         | –                         | 8,9                       | 69,8                      | 14,2                      | 0,5                       |
|      | Total                   | 100906562                                | 10523                        | 583577                       | 72,1                      | 182,7                     | 467,1                     | 1 162,6                   | 89,9                      | 5,2                       |
|      | Transporten<br>i Höje å | 119836800                                | 10 800                       | 615 000                      | 26                        | 135                       | 261                       | 553                       | 53                        | 2                         |

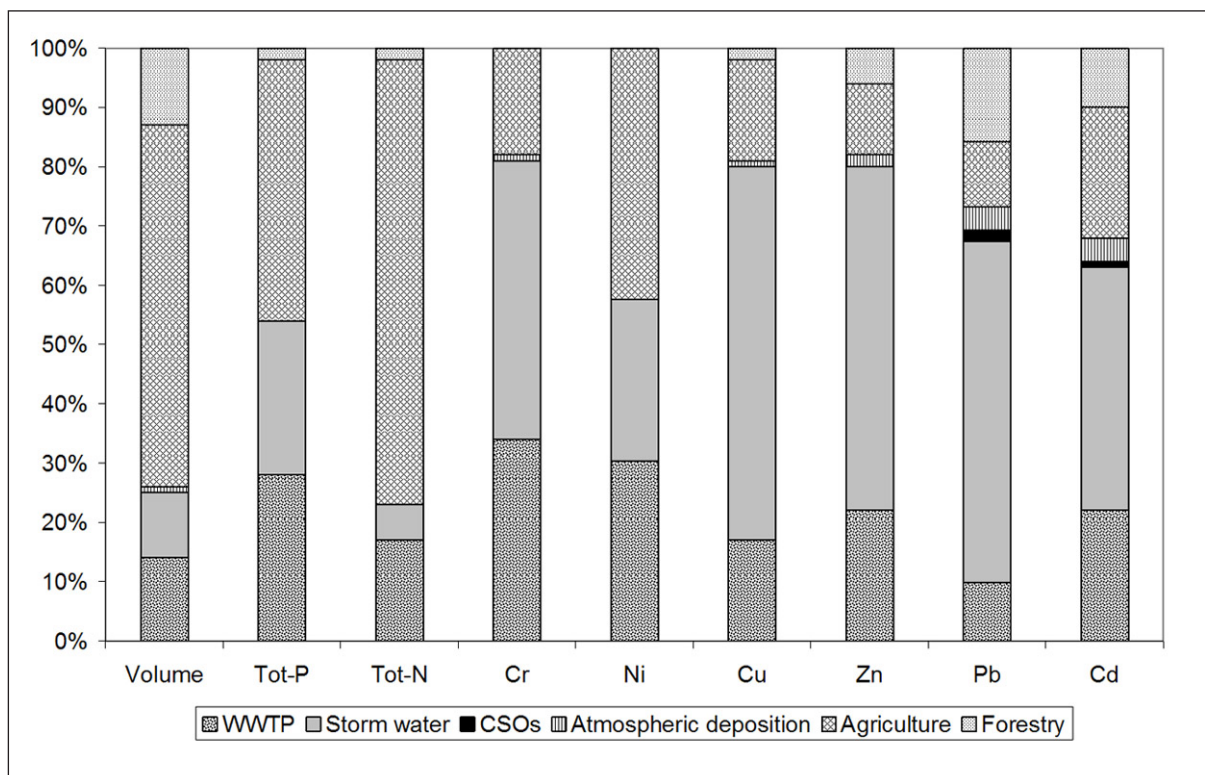
Historisk sett har bräddvatten bidragit mycket till föroreningsutsläppen till recipienter, men på senare tid har bräddningen minskat kraftigt och har nu ingen större påverkan på Höje å.

Årsmedelavrinningen i Höje å avrinningsområde har beräknats i denna studie till 314 mm och detta värde används i alla analyser. Det bör påpekas att det i beräkningarna av föroreningstransporten från jordbruksmark inte tas hänsyn till de nyanlagda dammarna och deras påverkan på vattenkvalitén. Dammarnas funktion är ännu inte helt utforskad. På grund av rening i dammar kan möjligen den riktiga

belastningen av föroreningar från jordbruket vara mindre än vad som beräknas här.

Avrinning från skogsmark vid Aneboda övervakningsstation var 37 % av nederbörden under åren 1999 och 2000 (Löfgren 2001, 2002). På denna basis blir den genomsnittliga årliga avrinningen från skogsmark i Höje å avrinningsområde 264 mm.

Baserad på kvantifieringen av föroreningskällor till Höje å, som den redovisas i Tabell 4-2, har den relativa belastningen från varje källa beräknats och visas i Figur 4-1 (nedan). Resultaten visar att i studerat avrinningsområde står jordbruket för den största



Figur 4-1. De relativa bidragen till föroreningsbelastningen från olika källor till Höje å.

kvävebelastningen till vattendragen men de sammanlagda utsläppen från städer (dagvatten och spillvatten) bidrar med största andelen fosfor men jordbruket är också en betydande källa. Dagvatten är största källan till tungmetaller (med undantag för nickel).

#### 4.3 Beräknad effekt av utsläpp per ytenhet (alt. per pe) på vattenkvaliteten i en hypotetisk liten flod

Tungmetallsackumulationen i Höje å (i sedimentet och biomassan) beräknades på basis av substansflödeanalysen. Resultaten visar att följande andelar av tungmetallstillflöden ackumuleras i Höje å: Cr – 71 %, Ni – 27 %, Cu – 50 %, Zn – 58 %, Pb – 47 % och Cd – 64 %. Dessa värden används vid beräkningen av påverkan från utsläpp per ytenhet (alt. per pe) på

Tabell 4-3. Näringsämnen och tungmetallerskoncentrationsökning ( $\text{ng ml}^{-1}$ ) i en flod med vattenföring  $1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  orsakat av enhetliga utsläpp från olika aktiviteter i avrinningsområden.

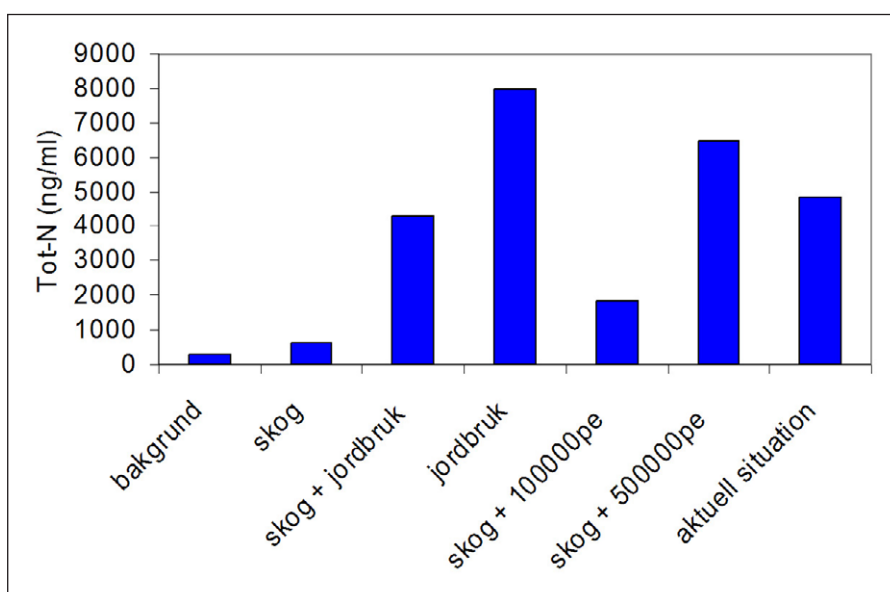
| Ämne  | Dagvatten från 1 km <sup>2</sup> hårdgjordyta vilken bidrar till avrinning | Atmosfäriskt nedfall på 1 km <sup>2</sup> vattenyta | Avrinning från 1 km <sup>2</sup> jordbruksmark | Avrinning från 1 km <sup>2</sup> skogsmark | Renat avloppsvatten från 1000 pe |
|-------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|
| Tot-N | 29,5                                                                       | 31,8                                                | 70,5                                           | 5,4                                        | 31,2                             |
| Tot-P | 2,34                                                                       | 0,477                                               | 0,768                                          | 0,108                                      | 0,942                            |
| Cr    | 0,00891                                                                    | 0,00221                                             | 0,000645                                       | –                                          | 0,00239                          |
| Ni    | 0,0309                                                                     | 0,00486                                             | 0,00903                                        | –                                          | 0,0123                           |
| Cu    | 0,132                                                                      | 0,0285                                              | 0,00681                                        | 0,0029                                     | 0,0127                           |
| Zn    | 0,254                                                                      | 0,132                                               | 0,00999                                        | 0,019                                      | 0,0351                           |
| Pb    | 0,0242                                                                     | 0,0336                                              | 0,00084                                        | 0,00486                                    | 0,00151                          |
| Cd    | 0,000684                                                                   | 0,000969                                            | 0,0000684                                      | 0,000114                                   | 0,000114                         |

vattenkvaliteten i en hypotetisk liten flod med vattenföring 1 m<sup>3</sup>/s. Resultaten av beräkningen redovisas i Tabell 4-3. Resultaten visar att, när det gäller utsläpp per ytenhet, är jordbruken största källan till kväve och dagvatten största källan till fosfor och tungmetaller.

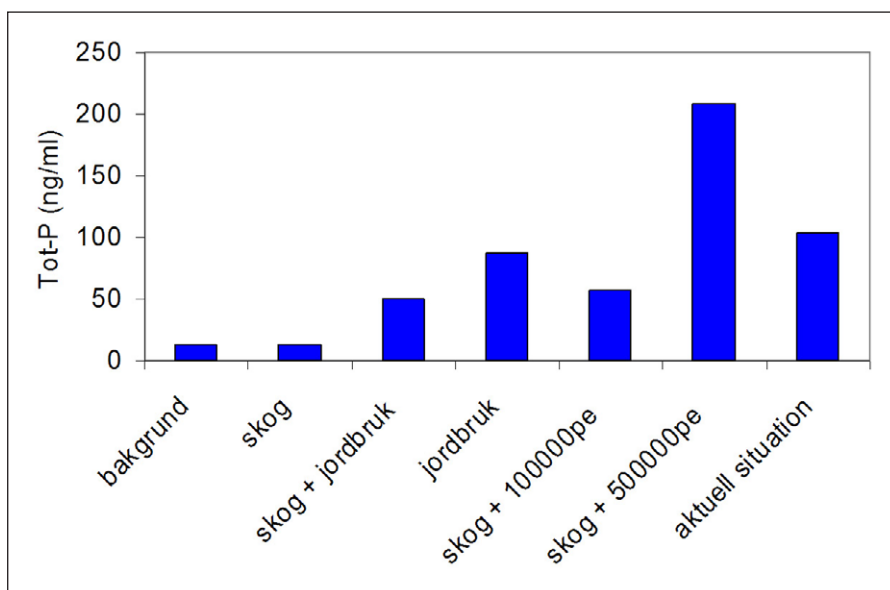
#### 4.4 Effekten av hypotetiska ändringar av markanvändningen i avrinningsområdet på vattenkvaliteten i Höje å

Beräkningar för olika scenarier, potentiell status i

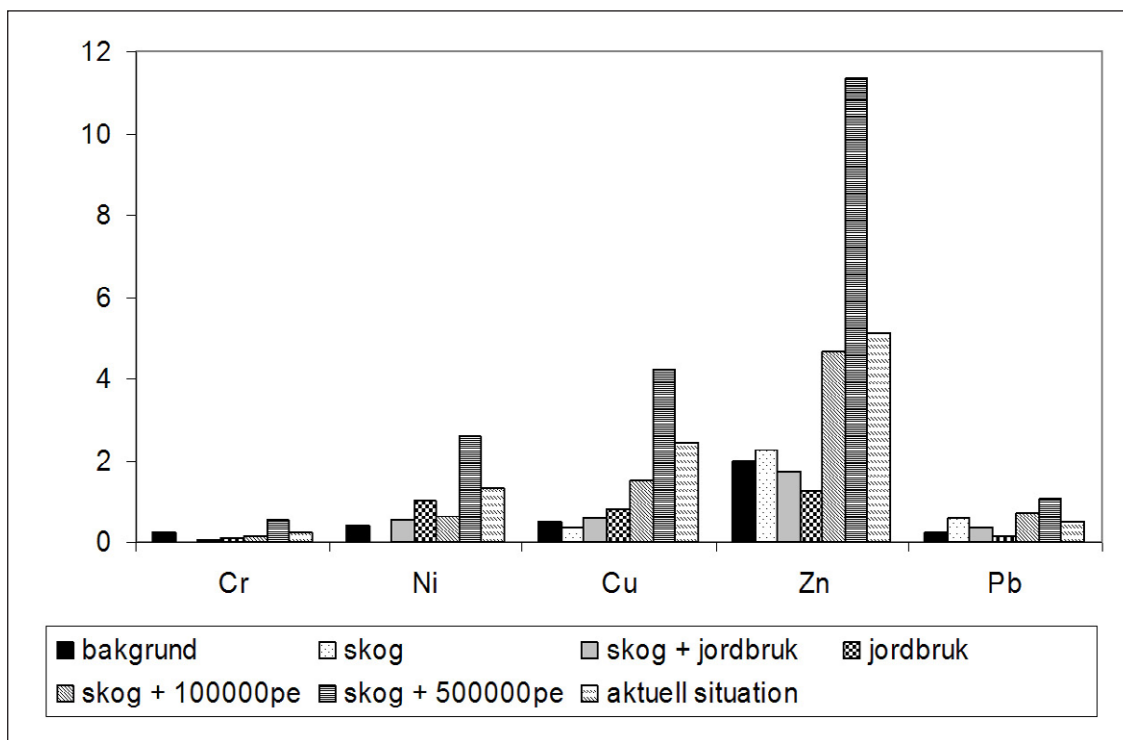
opåverkat avrinningsområde och aktuell situation redovisas i Figurerna 4-2 till 4-4. Analysen visar att kvävekoncentrationerna sannolikt blir högre i avrinningsområden med större andel jordbruk. Fosfor-koncentrationerna är mest påverkade av urbana utsläpp (renat avloppsvatten och dagvatten) och blir troligen högre i vattendrag med större städer i avrinningsområden. Bland alla analyserade scenarier framgår att ett avrinningsområde med en stor stad och skogsmark ger största utsläppen av tungmetaller till vattendrag. En stor stad bidrar mest med koppar och zink till avrinningen (Figur 4-2 till 4-4). Hypotetiskt kan största minskningen av utsläppen av näringsämnen till Höje å åstadkommas genom ändrad markanvändning från jordbruk till skogsmark.



Figur 4-2. Kvävekoncentrationer (ng/ml) i Höje å beroende på användningen av avrinningsområdet



Figur 4-3. Fosforkoncentrationer (ng/ml) i Höje å beroende på användningen av avrinningsområdet.



Figur 4-4. Koncentrationer av tungmetaller (ng/ml) i Höje å beroende på användningen av avrinningsområdet.

#### 4.5 Effekten av ny rening av olika utsläpp till Höje å på vattenkvaliteten i floden

Beräknade effekter av rening av olika utsläpp till Höje å på vattenkvaliteten i floden redovisas i Tabell 4-4. Genom rening av avrinningen från jordbruksmark i dammar skulle man kunna minska det årliga kväveutsläppet per ytenhet till vattendrag till cirka 15 kg/ha och fosforutsläppen till cirka 0,15 kg/ha. Det totala årliga utsläppet skulle då minska till 300 ton kväve och 3 ton fosfor jämfört med dagens 420 ton kväve och 4,7 ton fosfor. Det kan även vara möjligt att uppnå en högre reningseffekt genom förbättrad utformning av dammar. Efter reningen av avrinningen från jordbruksmark i dammar skulle

de beräknade utsläppen av tungmetaller från jordbruksmark till Höje å minska till 8 kg/år krom, 45 kg/år nickel, 49 kg/år koppar, 86 kg/år zink, 6 kg/år bly och 0,7 kg/år kadmium. Med vegetationsskyddszoner skulle man potentiellt också kunna minska utsläppen av först och främst partikelbundna ämnen från mark till vattendragen. De årliga utsläppen av till exempel fosfor skulle kunna minska från 4,7 ton till 3,4 ton i Höje å avrinningsområde.

Vissa nya tekniker för vatten- och avloppsomhändertagande syftar bl.a. till förbättringar av miljösituationen i vattendragen. Till exempel kan det vara möjligt att minska utsläppen av näringsämnen till vattendrag genom källsortering av toalettavlopp. Under åren 2000–2002 var kvävebelastningen till ARV:s i Höje å avrinningsområde i årsgenomsnitt

Tabell 4-4. Beräknade effekterna av rening av olika utsläpp till Höje å på vattenkvaliteten i floden; i [kg år<sup>-1</sup>].

| Åtgärd                          | P-tot | N-tot   | Cr  | Ni  | Cu   | Zn   | Pb  | Cd   |
|---------------------------------|-------|---------|-----|-----|------|------|-----|------|
| Aktuell situation               | 10500 | 566000  | 75  | 176 | 476  | 1188 | 91  | 5    |
| Jordbruk – dammar               | -1600 | -127000 | -5  | -30 | -33  | -57  | -4  | -0,4 |
| Jordbruk – skyddszoner          | -1100 | -106000 | –   | –   | -66  | -115 | -8  | -0,9 |
| Källsortering av toalett avlopp | -2100 | -88500  | –   | –   | –    | –    | –   | –    |
| Eliminering av bräddning        | -40   | -100    | –   | –   | –    | –    | –   | –    |
| Dagvatten dammar                | -2000 | -11000  | –   | –   | -227 | -564 | -43 | -1,8 |
| Dagvatten infiltration          | -1600 | -20000  | -32 | -43 | -271 | -620 | -47 | -1,9 |

474 ton och fosforbelastningen var i genomsnitt 86 ton (Lunds kommun 2000–2002, Staffanstorp kommun, 2000–2002). Med Källsortering av toalettavlopp från 100000 pe skulle kväve belastningen till ARV kunna minska med 427 ton per år och fosforbelastningen med 65 ton per år. Om resten av avloppsvattnet innehållande 47 ton kväve och 21 ton fosfor blev renat med samma effekt som idag skulle den årliga kvävebelastningen från renat avlopp till recipienten minska från dagens 100 ton per år till mindre än 10 ton per år respektive för fosfor från nuvarande 3 ton per år till mindre än 1 ton per år.

Under analysperioden har bara enstaka bräddningstillfällen inträffat i Höje åns avrinningsområde. Genom att totalt eliminera bräddning skulle man kunna reducera de årliga utsläppen av kväve till Höje å med 0,09 ton och årliga utsläppen fosfor med 0,04 ton vilket är obetydligt jämfört med utsläppen från andra källor.

Den beräknade storleken av hårdgjord yta i Höje åns avrinningsområde är 1890 ha vilket betyder att dagvattenutsläppen skulle kräva 47 ha av dammar för dagvattenrening (250 m<sup>2</sup> dammyta för varje hektar hårdgjort yta efter Pettersson, 1999). Om reningseffekten antas fungera som enligt ibid. blir reduceringen av föroreningsbelastningen cirka 22,5 ton kväve, 0,7 ton fosfor, 75 kg koppar, 124 kg zink, 9 kg bly, och 0,3 kg kadmium (beräkningen baseras på Tabell 4-2) från med dagens 33 ton kväve, 2,7 ton fosfor, 300 kg koppar, 700 kg zink, 50 kg bly, och 2 kg kadmium. Infiltration av dagvatten skulle också kunna bidra till minskningen av påverkan från dagvatten på Höje å och, med antaganden som görs i analysen, den årliga föroreningsbelastningen från dagvatten skulle kunna reduceras till 13,4 ton N-tot, 1,1 ton P-tot, 3 kg Cr, 5 kg Ni, 30 kg Cu, 79 kg Zn, 5 kg Pb, och 0,2 kg Cd.

Resultaten av denna studie visar att rening av dagvatten skulle bidra mest till reducering av tungmetallutsläppen till Höje å och källsortering av toalettavloppen skulle bidra mest till minskning av fosforbelastningen. Källsorteringen av toalettavlopp skulle ha högre effekt på minskade fosforutsläpp till recipienten än rening av avrinning från jordbruket i dammar. Samtidigt har jordbruksdammarna potentiellt största positiva påverkan på kväveutsläppen till Höje å. Sammanlagd effekt av rening av jordbruksmarkavrinning i dammarna, källsortering av toalettavlopp och dagvattenrening i dammar skulle kunna ge 50 % mindre belastning av kväve och fosfor på

recipienten. För att vidare minska utsläppen av näringsämnen till floden krävs att kväve- och fosforanvändningen minskas eller att andra effektivare metoder används för rening av avrinning från jordbruksmark. Hänsyn bör tas till att effekten av olika behandlingsinsatser för minskningen av föroreningsbelastningen (som visas i Tabell 4-4) gäller just i studieområden. Eftersom andelen jordbruksmark är stor i Höje ås avrinningsområde, så ger rening av från jordbruksmark avrinnande vatten stor reduktion av utsläppen av näringsämnen. I andra fall, t.ex. med mindre jordbruk men med större städer, ger insatser i stadens vattensystem större effekt på recipienten.

#### 4.6 Vattenkvalitet i avrinningsområden gränsande till Höje å

Effekten av utsläppen på vattenkvaliteten i form av koncentrationer i tre gränsande till Höje å vattendrag, dvs. Kävlingeån, Sege ån och Saxån-Braån, beräknas från statistiska uppgifter om avrinningsområdena och schabloner för läckage framtagna i denna studie med utgångspunkt i värdena från Höje å avrinningsområde (se kapitel 3.6).

Följande koncentrationer av näringsämnen i Kävlingeånsmyningen har beräknats (enligt kap. 3.6): totalkväve 4,8 mg/l och totalfosfor 0,06 mg/l. Den genomsnittliga uppmätta kvävekoncentrationen, dvs. 5,1 mg/l, ligger nära den beräknade. Den beräknade fosforkoncentrationen är lägre än den uppmätta (0,09 mg/l) vilken betyder att utsläppen av fosfor i fallet Kävlingeån har beräknats i underkant. Detta kan bero på läckage av fosfor från enskilda avlopp, vilket inte tas med i beräkningen; andelen enskilda avlopp i Kävlingeånsområde är cirka 20 % jämfört med 3 % i Höje åsavrinningsområde (SCB 2003). En annan möjligt grund till underskattning av fosforkoncentrationen i Kävlingeån kan vara skillnaden i topografi mellan Kävlingeån och Höje ån. Kävlingeån karakteriseras av brantare strandslutningar vilken kan leda till högre läckage av partikelbunden fosfor.

För Sege ån hade följande koncentrationer av näringsämnen beräknats (enligt kap. 3.6): totalkväve 6,5 mg/l och totalfosfor 0,09 mg/l. Beräknad kvävekoncentrationen är högre än uppmätta värden (ligger nära årsmedelvärden uppmätt under 2002, dvs.

6,2 mg/l). Beräknad fosforkoncentrationen för Sege ån är lika med uppmätt värde under 2003 och ligger nära den genomsnittliga värden för perioden 2001–2003.

Beräknade (enligt kap. 3.6) koncentrationer av näringsämne i Saxån-Braån är 5,5 mg/l för totalkväve och 0,07 mg/l för totalfosfor. De beräknade koncentrationerna av både kväve och fosfor i Saxån-Braån är något lägre än de uppmätta under år 2001 och 2003 men ligger nära värden som uppmäts år 2002. För Saxån-Braån har även koncentrationerna av tungmetaller beräknats med följande resultat: Cr = 0,27 ng/ml, Ni = 1,16 ng/ml, Cu = 1,23 ng/ml, Zn = 3,45 ng/ml, Pb = 0,41 ng/ml och Cd = 0,02 ng/ml. Beräknade värden stämmer generellt bra med uppmätta värden med undantag för zink vilken överstiger uppmätt värde och bly vilken understiger uppmätt värde.

Resultaten av beräkningar av näringsämneskoncentrationer i Kävlingeån, Sege ån och Saxån-Braån baserad på utsläppen per ytenhet (alt. per pe) av föroreningar från olika aktiviteter i Höje å avrinningsområde ligger rätt nära de genomsnittliga uppmätta värdena. Uppmätta värden av kvävekoncentrationer i studerade vattendrag ligger mellan 4 och 6 mg/l och uppmätta värden av fosforkoncentrationer mellan 0,07 och 0,14 mg/l. Beräknade värden för totalkväve ligger mellan 4,7 och 6,5 mg/l och för totalfosfor mellan 0,06 och 0,09 mg/l.

I fallet Höje å kommer den största belastningen av kväve från jordbruket. Fosforkoncentrationerna påverkas till stor del av utsläppen från städer (ARV och dagvatten). Största källan till tungmetaller i Höje åsavrinningsområdet är dagvatten. Olika åtgärder kan göras för att förbättra vattenkvaliteten i floden; vilka av dem som kommer att ha störst påverkan på floden beror på markanvändningen i avrinningsområdet och storleken på städerna. I fallet Höje å skulle rening av avrinnande vatten från jordbruket eller mindre intensive markbruk (t.ex. mindre intensive jordbruk eller skogsbruk) ha störst påverkan på kvävebelastningen. Ändringar i urbana vattensystem (t.ex. källsortering av toalettavfall och dagvattenrening) skulle ha störst effekt på minskningen av fosforutsläppen. Trots att vatten i Höje å kan anses som ren med avseende på tungmetallerna så samlas metallföroreningar i sedimentet. Rening av största källan till tungmetaller, dvs. dagvatten, skulle bidra till förbättringar av flodens ekosystem i dess helhet.

I studien beräknades också utsläppen per ytenhet (alt. per pe) från olika aktiviteter i Höje ås avrinningsområde. Med utgångspunkt från dessa schablonvärden och statistiska data på markanvändningen och befolkningen i tre utvalda avrinningsområden i Södra Sverige kunde en grov bedömning av vattenkvaliteten i floderna göras. Värden beräknade för Kävlingeån, Sege ån och Saxån-Braån ligger nära uppmätta värden.

## 5 Slutsatser

Det visade sig möjligt att, med utgångspunkt i mätdata kompletterat med litteraturuppgifter, beräkna den totala belastningen av föroreningar från olika verksamheter inom Höje ås avrinningsområde. Den beräknade totala belastningen av näringsämnen till floden stämmer väl med den uppmätta årliga transporten av näringsämnen i floden.

Höje å är näringsrik men med låga koncentrationer av tungmetaller i vatten. För att åstadkomma förbättringar i flodens ekosystem och minska transporten av föroreningar till Öresund kan åtgärder sättas in för att minska näringsämne belastningen.

## Tackord

Tack till Maria Nitare, Lunds Kommun, för att hon delade med sig av resultaten från undersökningen av dagvattenkvaliteten i Lund.

## Referenser

Andersson, A. (1992) Trace elements in agricultural soils. Fluxes, balances and background values. Naturvårdsverket Rapport 4077.

Arheimer, B. & Brandt, M. (2000) Watershed modelling of non-point nitrogen losses from arable land to the Swedish coast in 1985 and 1994. *Ecol. Eng.* 14, 389–404.

Backe, C., Eriksson, A-S. & Andreasson, F. (2003) Kadmiumsituationen i Skåne. Delrapport 2. Kadmium inom Höje åns avrinningsområde – en substansflödesanalys. Rapportserie Skåne i utveckling 2003:47, Länsstyrelsen i Skåne län, Malmö.

Bengtsson, B. (2001–2003) Höje Å Recipientkontroll 2000–2002. Ekologgruppen i Landskrona AB.

Bengtsson, B. (2003) Saxån-Braån Recipientkontroll 2002. Ekologgruppen i Landskrona AB.

Carlsson, C., Kyllmar, K. & Ulén, B. (2003) Typområden på jordbruksmark. Växtnäringsförluster i små jordbruksdominerade avrinningsområden 2001/2002. *Ekohydrologi* 76. SLU, Uppsala.

Carlsson, C., Kyllmar, K. & Johnsson. (2001) Typområden på jordbruksmark. Avrinning och växtnäringsförluster för det agrohydrologiska året 1999/2000. *Ekohydrologi* 59. SLU, Uppsala.

Carlsson, C., Kyllmar, K. & Johnsson. (2000) Typområden på jordbruksmark. Avrinning och växtnäringsförluster för det agrohydrologiska året 1998/1999. *Ekohydrologi* 55. SLU, Uppsala.

Czemiel Berndtsson, J., Emilsson, T. & Bengtsson, L. (2005) The influence of extensive vegetated roofs on runoff quality. *The Science of the Total Environment (in press)*.

Eriksson, P. (2001) Våtmarker i odlingslandskapet. Utvärdering av Kävlingeå-projektet Etapp I och II. LU, Lund.

Hoffmann, M. & Johnsson, H. (2000) Nitrogen leaching from agricultural land in Sweden. Model calculated effects of measures to reduce leaching loadings. *Ambio* 29(2), 67–73.

Kindbom, K., Svensson, A., Sjöberg, K. & Persson, C. (2001) Nationell miljöövervakning av luft- och nederbördskemi 1997, 1998 och 1999. IVL Report B 1420.

Krook, J., Reuterskiöld, D., Torle, C. & Wedding, B. (2000) Höje å Projektet 1991–1999. En renare å – ett rikare landskap. Slutrapport etapp I och II. Ekologgruppen i Landskrona AB.

Larm, T. (1994) Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling. VA-Forsk, Report 1994-06.

Larm, T. (2000) Watershed-based design of stormwater treatment facilities: model development and applications. Doktorsavhandling, KTH, Stockholm.

Lunds kommun (2000–2002) Miljörapporter för Källby, Dalby och Genarp avloppsreningsverk och Årsrapporter för Björnstorp avloppsreningsverk år 2000–2002. Tekniska Förvaltningen i Lunds Kommun.

Löfgren, S. (2001, 2002) Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Årsrapport 1999, 2000. SLU, Institution för Miljöanalys.

Löfgren, S. & Olsson, H. (1990) Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sverige inland. Naturvårdsverket rapport 3692.

Naturvårdsverket (1999) Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. Rapport 4913.

Naturvårdsverket (1995) Vad innehåller avlopp från hushåll? Rapport 4425.

Naturvårdsverket (1983) Dagvattenhantering: Planering och miljöeffekter. Meddelande 1983:1.

Nitare, M. (2004) Personal kommunikation med Maria Nitare, Lunds kommun.

Pettersson, T. (1999) Stormwater Ponds for Pollution Reduction. Doktorsavhandling, CTH, Göteborg.

Pröjts, J. (2004) Segeån. Recipientkontroll 2003. Årsrapport. Ekologgruppen i Landskrona AB.

Saxån-Braåns vattenvårdskommitté (2004) Saxån – Braåns databas med vattendata. <http://www.agerod.com/saxan/index.htm>

SCB (2003) Statistic för avrinningsområden 2000 Statistiska meddelanden MI 11 SM 0301. Statistiska centralbyrån.

Staffanstorps kommun (2000–2002) Miljörapporter för Staffanstorps avloppsreningsverk år 2000–2002. Tekniska Förvaltningen i Staffanstorp Kommun.

Stålnacke, P., Grimvall, A., Sundblad, K. & Wilander, A. (1999) Trends in nitrogen transport in Swedish rivers. *Environ. Monit. and Assess.* 59, 47–72.

Ulén, B. (2004) Skyddszoner kan ha god effekt om de placeras strategiskt. I Olofsson, S. *Eds.* Goda råd och värdefulla idéer. Greppa Näringen – Åtgärds-katalog 2004. Greppa näringen, Jordbruksverket.

Urban Water Program (2001) Urban Water Progress Report 2001. CTH, Göteborg.

Wedding, B. (2003) Dammar som reningsverk. Mätningar av näringsämnes-reduktionen i nyanlagda dammar 1993–2002. Höje å projektet and Kävlingeå-projektet. Ekologgruppen i Landskrona AB.



Box 47607 117 94 Stockholm

Tfn 08 506 002 00

Fax 08 506 002 10

E-post [svensktvatten@svensktvatten.se](mailto:svensktvatten@svensktvatten.se)

[www.svensktvatten.se](http://www.svensktvatten.se)