

Fördjupade ekonomiska kalkyler kring vattenskydds- åtgärder i skärgårdsområden: Slutrapport

Linus Hasselström
Enveco Miljöekonomi AB
linus@enveco.se

BEVIS II



Sammanfattning

Rapporten analyserar och styrker de kostnadsintervall som används för reduktion av fosfor och kväve i avloppsreningsverk i Soutukorva och Söderqvist (S&S) (2007). Vidare analyseras kostnadseffektiviteten i nya metoder för att reducera näringsbelastning från fiskodlingar. Slutsatsen av denna analys är i stora drag att investeringskrävande lösningar inom fiskodlingsindustrin utgör ett mer kostnadseffektivt sätt att minska näringsbelastningen än lösningar som utgår från minskad produktion med befintliga metoder. En ansats görs till att testa de kostnadsintervall som är framtagna för jordbruksåtgärder mot näringsläckage av S&S, och dessa justeras något. Totalkostnaderna för att reducera belastningen från jordbruket inom BEVIS-området enligt gällande nationella åtgärdsprogram (BEVIS scenario 8) beräknas till mellan 20 och 184 miljoner euro årligen. Kostnaderna för att inom BEVIS-området ansluta samtliga hushåll utanför avloppsnätet till det kommunala nätet beräknas till ca 17 – 93 miljoner euro. En framtida klimatförändring och dess effekter på närsaltsbelastningen simuleras, och kostnader beräknas för att bibehålla samma kväve- och fosforbelastning som BEVIS scenario 8 resulterar i, trots förändrad tillrinning. För att, genom jordbruksåtgärder, bibehålla samma nivå av kvävebelastning beräknas kostnaderna då öka på grund av ökad tillrinning av kväve. Vad gäller fosfor beräknas dock kostnaderna minska, på grund av en minskad tillrinning av fosfor när klimatet förändras. Slutligen görs en kvalitativ kostnadseffektivitetsanalys där det bl.a. konstateras att en ökad effekt i avloppsreningsverk verkar vara en kostnadseffektiv metod för minskad näringsbelastning i BEVIS-området, medan en storskalig anslutning av glesbygdens hushåll till det kommunala avloppsnätet är mindre kostnadseffektiv.

Inledning

Följande rapport redovisar resultaten av Envecos uppdrag ”Fördjupade ekonomiska kalkyler kring vattenskyddsåtgärder i skärgårdsområden”. Rapporten fördjupar de tidigare analyserna och beräkningarna av Soutukorva och Söderqvist (2007) (S&S nedan) då det gäller kostnader för åtgärder inom jordbruk, avloppsreningsverk och fiskodlingar. I rapporten presenteras även totalkostnader för de nya BEVIS-scenarierna 8 och 9, och beräkningar och analyser utförs för det nya BEVIS-scenariet 10 (se scenariospecifikationer nedan). Slutligen förs en avslutande diskussion kring vilka av de möjliga metoderna för minskad närsaltsbelastning i BEVIS-området som potentiellt kan vara mest och minst kostnadseffektiva.

Rapporten är disponerad enligt följande: Först fördjupas S&S:s analys kring kväve- och fosforreduktionskostnader i avloppsreningsverk (kapitel 2) och potentiella åtgärder vid fiskodlingar (kapitel 3). Därefter följer en fördjupning av åtgärder inom jordbruk, samt en totalkostnadsberäkning för scenario 8 (kapitel 4). Detta följs av kostnadskalkyler för scenario 9, en anslutning av glesbygdens hushåll till kommunala reningsverk (kapitel 5), och beräkningar och analyser kring vilka effekter en potentiell klimatförändring kan innebära för belastning och reduktionskostnader (kapitel 6). Rapporten avslutas med en diskussion kring kostnadseffektivitet, baserad på resultat från S&S och denna rapport (kapitel 7).

Monetära belopp är uttryckta i SEK och EUR. Vid omräkning mellan dessa valutor används växelkursen 1 EUR = 9 SEK.

Följande BEVIS-scenarier nämns och/eller behandlas i denna rapport:

Scenario 2. *Minskning av näringstillförseln från diffusa utsläpp och vattendrag (DIF, RIV), industrier (IND), avloppsreningsverk (STP) och fiskodlingar (FIF) sker i enlighet med gällande åtgärdsprogram i Finland, Sverige respektive Åland. Närsaltsbelastning från atmosfären och andra havsområden förblir oförändrad (d.v.s. på 2004 års nivå).*

Scenario 5. *Både kväve- och fosfortillförseln från alla reningsverk (STP) minskar med 40 %. Tillförsel från andra källor förblir oförändrad (d.v.s. på 2004 års nivå).*

Scenario 8. *Minskning av belastningen från jordbruket enligt gällande åtgärdsprogram. (Detta innebär en minskning av fosfor- och kvävebelastningen från Finland och Åland om 20 % och från Sverige om 15 %).*

Scenario 9. *Anslutning av glesbygdens hushåll till kommunala reningsverk.*

Scenario 10. *Simulering av klimatförändringens effekter på närsaltsbelastning, när regnmängderna ökar på vinter och tidig vår. Scenario 10 resulterar i ökning av diffus närsaltsbelastning (RIV, DIF) och belastningen från luft (AIR) och modellens randområden (BOR).*

I rapporten, liksom inom BEVIS-projektet används följande akronymer för olika belastningskällor.

BOR (randdata, belastning från de angränsande havsområdena)

RIV (avrinning via åar)

FIF (fiskodlingar)

IND (industrier)

STP (reningsverk)

DIF (diffus tillrinning; annan än avrinning från åar)

AIR (luftdeponerat kväve)

2. Fördjupad analys av reduktionskostnader i avloppsreningsverk (STP)

I S&S (2007, Scenario 2 och 5) utreddes totalkostnader för en 40 % reduktion av kväve- och fosforutsläppen från samtliga avloppsreningsverk (STP) i BEVIS-området. Totalt finns det 44 st. verk i området med varierande dimensioneringar, reningsgrader och reningsmetoder. S&S använde schabloner baserade på uppgifter inhämtade från olika källor för att skatta reduktionskostnader ungefärligt. Det konstaterades bl.a. att rening av kväve och fosfor är förknippat med stigande marginalkostnader, dvs. att kostnaden för att ta bort ytterligare ett kilo kväve eller fosfor är högre ju högre reningsgraden är i utgångsläget. Totalkostnader räknades vidare fram för minskningen av näringsbelastning enligt scenariospecifikationerna.

De intervall som beräknades för reningsverk är 372 – 955 SEK (41 – 106 EUR) per borttaget kilo fosfor, samt 57 – 66 SEK (6 – 7 EUR) per borttaget kilo kväve. Dessa skattningar kommer att diskuteras och granskas ytterligare nedan.

Reningskostnader för fosfor

För fosfor gäller att reningsgraden varierar mellan 67 och 98 % i BEVIS-området. Medelvärdet är 90 % och standardavvikelsen 7 procentenheter. Det finns inga tecken på något systematiskt samband mellan storleken i antal personekvivalenter och fosforreningsgraden i området (se regressionsanalys, bilaga1). Däremot finns det som sagt stora anledningar att tro att det finns korrelationer mellan reningsgrad och marginalkostnader. S&S konstruerade därför schabloner uppdelade på reningsgrader (större eller mindre än 93 %). Denna uppdelning är grov, vilket kan ses i de stora intervall som är inbyggda i schablonerna. Vidare är schablonerna indelade efter storlek på reningsverken (större eller mindre än 10 000 personekvivalenter, pe), eftersom det finns anledning att tro att marginalkostnaderna, allt annat lika, är beroende av storleken på reningsverken. Även denna indelning är grov, och en förfining av schablonerna vore av intresse för att kunna göra intervallen för marginalkostnaderna smalare. Någon sådan förfining har dock inte varit möjlig inom tidsramarna för uppdraget, och vi har därför i denna rapport fokuserat på att ytterligare kontrollera intervallets giltighet.

Då det gäller data för fosforreningskostnader har man i våra källrapporter (Miljöministeriet 2002 och Naturvårdsverket 2003) lutat sig mot relativt heltäckande data, dvs. data över alla storlekar på reningsverk. Detta innebär att vi tryggare kan argumentera för att S&S kostnadsuppskattningar vad gäller fosforreduktion vid reningsverk i BEVIS-området inte är snedvridna åt något håll, och att de faktiska reduktionskostnaderna rymms inom det presenterade intervallet. Något som potentiellt skulle tala emot detta är de uppgifter som användes för reningsverk med en lägre reningsgrad än 93 %. Marginalkostnaden som användes var här baserad på en reningsgrad av 93 %. Med en stigande marginalkostnad innebär detta att schablonen systematiskt ger en överskattning av reduktionskostnaderna. Eftersom hälften av alla reningsverk i området har en reningsgrad mindre än 93

% innebär det i slutändan att den nedre gränsen i slutintervallet som presenterades för fosfor kan vara för hög.

Motsvarande uppjustering i den övre gränsen är inte motiverad av samma anledning, eftersom Miljöministeriets kostnadsberäkningar gäller intervallet 93-95 %, och det är få reningsverk som har en reningsgrad större än 95 %. Däremot bör en nedjustering av kostnaderna för de reningsverken med reningsgrad mindre än 93 % per automatik leda till en lika stor nedjustering i den övre gränsen för totalkostnadsintervallet.

För att säga något om hur mycket intervallet bör justeras ned krävs det data om marginalkostnader för reningsverk med reningsgrader mindre än 93 %, något som inte har varit möjligt att få tag på inom ramen för uppdraget.

Reningskostnader för kväve

Reningsgraden för kväve är mer spridd än den för fosfor, och varierar mellan 0 och 94 %. Medelvärdet är 40 % och standardavvikelsen 21 procentenheter. Inte heller vad gäller kväve finns några tecken på samband mellan reningsgrader och storlek på reningsverken i BEVIS-området (se regressionsanalysen i bilaga 1), men troligtvis mellan marginalkostnader och reningsgrader (stigande marginalkostnader) och kanske också mellan marginalkostnader och storlek på reningsverken.

De schabloner som användes av S&S baserades på data från en rad olika rapporter. Det framhölls i diskussionen kring våra tidigare skattningar att något som skulle kunna påverka kostnadsskattningarnas pricksäkerhet är kostnaderna för rening i små reningsverk. I statistiken för reningsverk brukar verk dimensionerade för mindre än 2000 pe inte finnas med, vilket gör att man vet väldigt lite om dessa. De rapporter som har funnits tillgängliga har baserats på genomsnittliga och schablonmässiga kostnader som anses gällande för väldigt breda storleksintervall. Om kostnaderna vid små reningsverk skiljer sig mycket från motsvarande vid stora kan detta innebära en systematisk över- eller underskattning. Då slutsatser dras generellt bör man ta hänsyn till detta om de små reningsverkens utsläpp utgör en icke-försumbar del av de totala utsläppen. Vi har av den anledningen undersökt andelen av utsläppen i BEVIS-området som kommer från reningsverk dimensionerade för mindre än 2000 pe.

Totalt är 27 av 37 reningsverk i BEVIS-området exklusive Åland (datamaterialet som finns tillgängligt för Åland är presenterat i aggregerad form, vilket utesluter Åland från denna analys) dimensionerade för mindre än 2000 pe, vilket får betraktas som en stor andel med tanke på att kostnadsdata är baserade på reningsverk dimensionerade för mer än 2000 pe. Av de totala kväveutsläppen i BEVIS-området exklusive Åland kommer dock endast 3,1 % från dessa reningsverk, enligt data från BEVIS. Denna analys undanröjer en av osäkerheterna bakom det kostnadsintervall S&S tidigare presenterade. Även om kostnaderna för kväverening vid små reningsverk är markant skilda från de vid de stora reningsverken så borde inte totalkostnaderna för scenariot påverkas i särskilt stor utsträck-

ning, eftersom reningskostnaderna vid små reningsverk ändå utgör en väldigt liten del av de totala kostnaderna.

3. Fördjupning av analysen för fiskodlingar (FIF)

I S&S (scenario 2) beräknades kostnader inom FIF-sektorn för att uppnå uppsatta miljömål med hjälp av att minska produktionen, flytta upp odlingar på land och/eller att använda slutna kassanläggningar. Nedan beskrivs fler åtgärdsalternativ översiktligt, och dessutom beräknas totalkostnader för att uppnå ställda miljömål med hjälp av fyra olika scenarier för fiskodling på Åland, vilka har definierats av Vilt- och Fiskeriforskningsinstitutet (VFFI, 2007).

Åtgärdsalternativ

VFFI (2007) har utrett en rad olika åtgärdsalternativ för att reducera utsläpp av näringsämnen till Ålands hav. Dessa sammanfattas i tabell 1 nedan. Ett annat potentiellt åtgärdsalternativ är att gå över till att odla andra arter, som är mer lönsamma per utsläpps-enhet. Vidare finns ett försök på Åland med integrerad mussel- och fiskodling för att reducera belastningen. Effekten av denna åtgärd är dock än så länge begränsad på grund av musslornas långsamma tillväxt, enligt Mikael Wennström, Ålands Landskapsregering.

Tabell 1: Kostnader och effekter för olika punktåtgärder inom fiskeodlingsindustrin på Åland. Källa: VFFI (2007)

Åtgärd	Kostnad	Effekt
Förbättrad utfodringsteknik (t.ex. utfodringsautomater)	Ingen uppgift. Potentiellt företagsekonomiskt lönsamt.	10 % lägre foderkoefficient. Effekter på näringsläckage ännu inte utrett.
Foderutveckling	Ingen uppgift. Potentiellt en mer kostnadseffektiv lösning än många tekniska metoder.	I laxfiskeodlingar kan kvävebelastningen minska med 5- 10 %, och fosforbelastningen med 10-20 %. Om man använder östersjöfisk som råvara till fiskmjöl och fiskolja kan man minska belastningen från områden utanför Östersjön med upp till 70-80 % .
Lokaliseringsstyrning	Måste utvärderas lokalt. Sammanslagningar kan leda till stordriftsfördelar vid investeringar i t ex ny utfodringsteknik.	Okänd, men potentiellt stor på grund av (1) investeringar kan möjliggöras och (2) mer optimala miljöer för fiskarna gör att fodret kan utnyttjas bättre. Lokala effekter.

Odling i öppet hav	Investeringar: 20-50 EUR (180 – 450 SEK) per m ³ . Kostnadsökningar för bl.a. båtar, men koncentrerad odling kan ge kostnadsbesparingar.	Okänd, men potentiellt stor på grund av (1) investeringar kan möjliggöras och (2) mer optimala miljöer för fiskarna gör att fodret kan utnyttjas bättre. Lokala effekter.
Teknik med slutna/täta kassar istället för öppna	Produktionskostnader ökar enligt en uppskattning med 29 %. Investeringar- och energikostnader ökar med ca 0,80 EUR (7 SEK) per kg.	Fosforbelastning minskar med högst 50 %, och kvävebelastning minskar med ca 20 %. Anläggningarna är dock känsliga och måste lokaliseras till skyddade områden som troligtvis är mer känsliga för näringsbelastning.
Användning av pumpat havsvatten vid odling på land	Produktionskostnader ökar med drygt 0,50 EUR (4,50 SEK) per kg jämfört med traditionell landbaserad odling av regnbåge i dammfåror. Investeringar- och energikostnader ökar med ca 0,44 EUR (4 SEK) per kg jämfört med nätkassodling. Även personalkostnader ökar.	Fosforbelastning kan potentiellt minska med högst 50 % och kvävebelastning med ca 20 %.
Modeldambruk	Investeringar- och energikostnader ökar med ca 0,40 EUR (3,60 SEK) per kg jämfört med nätkassodling. Vissa, osäkra, produktionskostnadsskattningar finns som måste utredas vidare.	Fosforbelastning kan minska med upp till 80 % och kvävebelastning med upp till 50 %.
Recirkulationsanläggning	Investeringar- och energikostnader ökar med ca 0,70 EUR (6,30 SEK) per kg jämfört med nätkassodling. Produktionskostnaderna är mycket beroende av val av odlingsart.	Upp till 90 % minskning av fosfor- och kvävebelastning. Mycket beroende på val av teknik. En teknik är att utnyttja kommunala reningsverk, vilket potentiellt skulle kunna ge ännu högre reningsgrader.

VFFI presenterar också i sin rapport fyra olika scenarier för att uppnå miljömålet om en 80 % reduktion av närsaltsbelastningen från fiskodlingar på Åland till 2015, jämfört med medeltalet för perioden 2001 – 2003. Detta innebär en minskad fosforbelastning med 22 ton, och en minskad kvävebelastning med 174 ton. Nedan presenterar vi och beräknar totala kostnader för scenarierna, baserat på data från VFFI (2007 och 2004) samt vissa beräkningar som gjordes i S&S. För att undvika sammanblandning med BEVIS grundscenarier har vi nedan döpt om VFFIs scenarier till Scenario A,B,C och D istället för 1,2,3 och 4.

I scenario A minskas produktionen så mycket att målet uppnås. Detta innebär en minskning med ca 80 %, vilket ger en omsättningsminskning från ca 15 till ca 3 miljoner EUR (från ca 135 till ca 27 mSEK) per år. S&S beräknade effekter av detta scenario, och kom då fram till samma intäktsminskning, dvs. ca 12 miljoner EUR (108 mSEK) per år. För att få fram ett ekonomiskt värde av produktionsminskningen måste vi dock här också räkna med att stora kostnader för produktionen, som minskar från 4600 till 800 ton, försvinner. Vinstförändringar är här ett mer rättvisande mått, och S&S kom, efter att ha tagit hänsyn till kostnaderna som försvinner, fram till att nedskärningen innebär **en vinstförlust om ca 10 miljoner EUR (90 mSEK) per år.**

I scenario B koncentreras odlingsverksamheten, och företagen investerar i mer avancerad utfodringsteknik. Fodrets näringshalt minskar dessutom. Odlingarna går över till sikproduktion. VFFI konstaterar att investeringsbehovet är ca 1 miljon EUR (9 mSEK). Utslaget per år med en livstid om 20 respektive 30 år och en ränta om 6 procent¹ innebär detta en årlig kostnad om ca 72 600 - 87 200 EUR (653 000 – 785 000 SEK) per år. Produktionen och omsättningen bedöms vara något större än i scenario A, ca 1000 ton fisk enligt VFFI (2007), vilket innebär en omsättning om ca 3 miljoner EUR (27 mSEK). Att omsättningen här är lika hög som i scenario A beror på att produktionen har gått över till sik. VFFI har här även tagit hänsyn till förväntade prisminskningar på sik i takt med att kvantiteten går upp. Med samma produktionskostnad per kilo på sik som vi S&S antog för andra arter (54 cent / ca 5 SEK) innebär detta scenario en kostnadsminskning om ca 2 miljoner EUR (18 mSEK) per år, baserat på en ursprunglig produktion om 4600 ton. Dessa uppgifter genererar **en vinstförlust om ca 10,1 miljoner EUR (91 mSEK) per år.**

I scenario C används recirkulationsanläggningar på stora delar (2 200 ton) av odlingsvolymen. Den återstående reduktionen av näringsämnen åstadkommes genom utvecklad nätkassodling enligt scenario B. Ca 700 ton fisk beräknas kunna odlas i nätkassar. Totalproduktionen kan därmed uppgå till ca 2 900 ton, vilket ger en årsomsättning om ca 12 miljoner EUR (108 mSEK) år 2015 enligt VFFI (2007), då hänsyn tagits till priselasticitet för ökad produktion av vissa arter. Med samma enhetskostnadsskattningar som tidigare, och en minskning i produktionen från de 4 600 ton fisk som producerades på Åland 2005 innebär detta en minskning i omkostnaderna med 918 000 EUR (8 mSEK). Investeringarna för recirkulationsanläggningarna uppgår enligt VFFI (2007) till 12 miljoner EUR (108 mSEK). Till detta tillkommer investeringsbehovet för nätkasseodlingar. I scenario B beräknades investeringsbehovet till ca 1 miljon EUR (9 mSEK) för en produktion om 1000 ton i nätkassar. En produktion om 700 ton bör därmed kunna approximeras till 700 000 EUR (6,3 mSEK) i investeringar. Den totala årliga kostnaden för investeringarna uppgår då, med samma antaganden som tidigare om ränta och livslängd till 922 020 – 1 107 440 EUR (8,3 – 10,0 mSEK). Dessa skattningar ger **en vinstförlust om ca 3,0 – 3,2 miljoner EUR (27 – 29 mSEK) per år.**

I scenario D överförs all fiskodling på Åland till recirkulationsanläggningar. Totalproduktionen kan då stiga till 6 000 ton fisk. Scenariot förutsätter odling av nya arter, vars

¹ En (låg) ränta nära räntan på kapital är här att föredra, eftersom det i detta fall handlar om att beskriva kostnader företagsekonomiskt snarare än samhällsekonomiskt.

egenskaper i termer av priser och produktionskostnader ännu inte är fullständigt kända. VFFI gör ändå en uppskattning av omsättningen till ca 25 miljoner EUR (225 mSEK), givet att priserna på vissa arter faller när produktionen går upp. Givet samma kostnader per kilo som tidigare stiger de årliga produktionskostnaderna med 756 000 EUR (6,8 mSEK). Investeringarna beräknas uppgå till över 30 miljoner EUR (270 mSEK), vilket motsvarar en årlig kostnad om 2 178 000 – 2 616 000 EUR (19,6 – 23,5 mSEK). Dessa skattningar ger en **vinstökning (OBS) om ca 6,6 – 7,1 miljoner EUR (59 – 64 mSEK) per år**. Detta gäller givetvis i de fall det finns avsättning på marknaden för ökad fiskproduktion, vilket är något som VFFI har tagit hänsyn till genom att göra elasticitetsberäkningar. Ett problem är att det här rör sig om mycket stora produktionsökningar. Priselasticiteter brukar beräknas för en viss punkt på efterfrågekurvan (dvs. en viss given kvantitet). Det finns en stor risk att denna priselasticitet inte gäller för så pass stora förändringar i kvantiteten som det rör sig om här. Konsekvensen av detta kan vara att omsättningen inte stiger så mycket som har angivits i VFFI-rapporten. Scenariot förutsätter som sagt också att man kan hitta nya, lämpliga arter.

Intäkts- och kostnadsförändringar för de fyra scenarierna redovisas i tabell 2 nedan:

Tabell 2: Årsvisa förändringar av intäkter, löpande kostnader, investeringskostnader (med 20 respektive 30 års livslängd och 6 procent kalkylränta) och vinstförändringar för de olika scenarierna. Räknat för centrum i intervall för investeringskostnader.

	<i>Förändring i intäkter</i>	<i>Förändring i löpande kostnader</i>	<i>Investeringskostnader</i>	<i>Vinstförändring</i>
Scenario A	-12 mEUR (-108 mSEK)	-2 mEUR (-18 mSEK)	0	-10 mEUR (-90 mSEK)
Scenario B	-12 mEUR (-108 mSEK)	-1,9 mEUR (-17 mSEK)	+80 000 EUR (+720 000 SEK)	-10,1 mEUR (-91 mSEK)
Scenario C	-3 mEUR (-27 mSEK)	-900 000 EUR (-8,1 mSEK)	+1 mEUR (+9 mSEK)	-3,1 mEUR (-28 mSEK)
Scenario D	+10 mEUR (+90 mSEK)	+800 000 EUR (+7,2 mSEK)	+2,4 mEUR (+21,6 mSEK)	+6,8 mEUR (+61 mSEK)

Vår slutsats, efter en analys av fler åtgärdsalternativ än vad som togs upp i S&S, är i och med dessa beräkningar att investeringskrävande lösningar torde utgöra ett mer kostnads-effektivt sätt att skära ner på belastningen av näringsämnen från fiskodlingar än lösningar som utgår från minskad produktion med befintliga metoder. De data som ligger till grund för kostnadsskattningarna ovan är behäftade med osäkerheter, men de uppenbart stora skillnaderna som kan visas i totalkostnader mellan scenarierna ger ändå grund för ovanstående slutsats.

4. Fördjupning av åtgärder inom jordbruket, samt totalkostnadsberäkning för scenario 8.

I BEVIS scenario 8 minskas belastningen från jordbruket enligt gällande åtgärdsprogram. Detta innebär en minskning av fosfor- och kvävebelastning från Finland och Åland om 20 %, och i Sverige om 15 %.

Det fortsatta arbetet med detta scenario har fokuserat på att testa generaliserbarheten i de kostnadsintervall som presenterades i S&S (för kväve: 36-350 SEK (4 – 39 EUR) per kg. För fosfor: 360-10 000 SEK (40 – 1111 EUR) per kg), samt att försöka göra intervallet för fosfor smalare med hjälp av mer kunskap om vilka av de olika åtgärderna som kan vara möjliga i BEVIS-området samt i vilken utsträckning vissa av åtgärderna potentiellt kan genomföras. Vi börjar med att diskutera generaliserbarheten för kväveåtgärderna, och kommer därefter till fosforåtgärderna. Därefter beräknas totalkostnaderna för scenario 8.

Till att börja med konstaterar vi dock att de intervall som presenterades i S&S inte tar hänsyn till kostnader för information och administration kring åtgärderna. Enligt en rapport från projektet *Greppa Näringen* (2007) utgör dessa kostnader en icke-försumbar del av kväve- och fosforreduktionskostnaderna. Man anger för kväve respektive fosfor en genomsnittlig kostnad om 31 SEK (3,40 EUR) per kg kväve, respektive 309 SEK (34 EUR) per kg fosfor som reduceras, baserat på faktiska uppmätta kostnader och effekter inom projektet. Denna kostnad bör således adderas till kostnaderna för själva åtgärderna, för att få fram en mer rättvisande bild av reduktionskostnaderna inom jordbruket. Betydelsen av att räkna med dessa typer av kostnader underbyggs av Söderqvist (2002), som exemplifierar med våtmarkskonstruktion vid Höje Å i Skåne, där den administrativa kostnaden uppgick till ca 24 % av de totala kostnaderna för projektet.

Kväveåtgärder:

Tabell 3 visar de åtgärder och kostnader per effektenhet som presenterades i S&S. Åtgärden våtmark har även en fosforreducerande effekt, vilket ses i tabellen.

Tabell 3. Olika åtgärder för att minska utsläppen av kväve (och fosfor) från jordbruk.

<i>Åtgärd</i>	<i>SEK (EUR) per kg borttaget kväve</i>	<i>SEK (EUR) per kg borttaget fosfor</i>
1. Senareläggning av vall- och trädesbrott	0	
2. Fånggröda i vårsådd spannmål, samt vårplöjning	53 (5,90)	
3. 2 + fånggröda i höstsådd spannmål och raps	60 (6,70)	
4. Vårspredning av stallgödsel	38 (4,20)	
5. 1 + 4	15 (1,70)	
6. 1 + 2 + 4	34 (3,80)	
7. 1 + 3 + 4	41 (4,60)	
8. 3 + 4 + höstsäd och höst-raps ersätts med vårsäd och vårraps	75 (8,30)	
9. Våtmark på 0.4% av åker-arealen (realistiskt)	338 (37,60)	4 500 (500)
10. Våtmark på 2% av åker-arealen (tekniskt möjligt)	375 (41,70)	12 750 (1416)

Det kostnadsintervall som användes för kvävereducering var som sagt 36-350 SEK (4 – 39 EUR) per kg kväve. För att kunna göra en ansats till att bedöma robustheten i detta intervall har vi varit i kontakt med Agr.Dr. Martin Larsson på Vattenmyndigheten. Nedan listas och kommenteras åtgärderna grovt, baserat på denna kontakt.

- 1. Senareläggning av vall- och trädesbrott.** Denna åtgärd är möjlig vid sandjord, och det finns vissa sandjordar i området, t.ex. vid Upplandskusten (Eriksson et al. 1999). Åtgärden ger dock liten eller ingen effekt på lerjordar, vilket är mycket vanligt förekommande i BEVIS-området.
- 2. Fånggröda i vårsådd spannmål, samt vårplöjning.** Denna åtgärd används idag i väldigt liten utsträckning i BEVIS-området. Enligt Martin Larsson kan man förvänta sig en högre kostnad per effekt än den som tidigare presenterades, på grund av kallare vintrar som hindrar fånggrödans tillväxt, och mindre avrinning på grund av lerigare jordar. Hur mycket högre denna kostnad är, är svårt att säga. Retentionen i Rönneå avrinningsområde, i vilket testerna för att ta fram kostnadsdata är gjorda (VASTRA 2006) är vidare ca 10-20 % (TRK 2007), och i BEVIS-området är den uppskattningsvis 25 % i genomsnitt (S&S). Detta bör medföra att en korrektion av kostnadsskattningen är nödvändig. En sådan korrektion ger en 13 % ökning i kostnaden per borttaget kilo kväve, den nya siffran blir 60 SEK (6,70 EUR) per kg kväve. Se Bilaga 2 för hur korrektionen är gjord.
- 3. Fånggröda i höstsådd spannmål och raps.** Se ovan. Samma retentionskorrektion som ovan ger en kostnad om 68 SEK (7,60 EUR) per kg kväve.

4. Vårspredning av stallgödsel. Det är möjligt att denna åtgärd fungerar i BEVIS-området, men effekten är osäker eftersom denna varierar mycket mellan olika typer av jordar. Man har börjat med försök på leriga jordar, men ett problem är att det kan uppstå packningsskador. Det finns även här skäl att tro att kostnaden per effektenhet är högre än S&S angav pga. mindre avrinning från leriga jordar. Enligt Martin Larsson är det fullt möjligt att använda metoden på fler åkrar och uppnå ett resultat i termer av minskat näringsläckage, men det är osäkert hur många åkrar det redan används på i BEVIS-området. En justering baserad på retentionen som ovan innebär en kostnad om 43 SEK (4,80 EUR) per kg kväve.

8. 3+4 + höstsäd och höstraps ersätts med vårsäd och vårraps. Denna ersättning gör man främst på grund av att man vill ha utrymme för mer fånggröda. Ersättningen är möjlig inom BEVIS-området, men för att den ska bli effektiv krävs också att fånggrödan har effekt. Det finns dock anledning att tro att såväl kostnaderna för själva ersättningen, som kostnadseffektiviteten i fånggrödan skiljer sig åt mellan VASTRA- och BEVIS-området. Vi har här inte haft möjlighet att presentera några nya kostnadsdata, men det som, bortsett ifrån fånggrödans effektivitet, framförallt bör styra storleken på kostnaderna är här alternativkostnaderna, dvs. vad man potentiellt förlorar i produktion vid övergången till vårsäd och vårraps. En retentionsjustering ger kostnaden 85 SEK (9,40 EUR) per kg kväve.

9+10. Våtmark. Den flacka marken i BEVIS-området gör att man i många fall måste dränka stora arealer i våtmark eller gräva för att få samma effekt som i pilotområdet i Skåne, för vilket kostnaderna är framtagna. Åtgärden blir därför rimligtvis dyrare per effektenhet i BEVIS-området. Dessutom är temperaturen i genomsnitt lägre i BEVIS-området än i Skåne, vilket borde leda till att den biologiska reningseffekten blir lägre. Denna senare effekt är dock inte helt självklar enligt Martin Larsson, det kan bero på vilken tid på året som de värsta flödena av näringsämnen inträffar (vilket kan variera mycket från plats till plats). Generellt är det dock troligtvis så att kostnaden per effektenhet är högre för våtmarker i BEVIS-området än för Skåne. Det krävs för våtmarker också att det finns stora åkerarealer uppströms, vilket kan vara svårare att hitta i Uppland, på Åland och i sydvästra Finland på grund av den flacka marken. Vid noggranna inventeringar skulle det dock enligt Martin Larsson med stor säkerhet gå att hitta många bra ställen för anläggande av våtmarker även i BEVIS-området. Sådana inventeringar är dock sannolikt kostsamma, vilket stöder slutsatsen att kostnaderna för våtmark inom BEVIS torde vara högre än vad som redovisas i S&S. Även vad gäller våtmarker är det rimligt att tänka sig att retentionen spelar en roll. En justering för detta ger 382 – 424 SEK (42,40 – 47,10 EUR) per kg kväve. Som sagt är det rimligt att tänka sig att kostnaden för kvävereducering via våtmarker i BEVIS-området är högre än så, med basis i ovanstående diskussion.

Andra potentiella metoder för minskat kväveläckage som har föreslagits är bättre hantering och kontroll av stallgödselspredningen, behovsanpassad gödsling med hjälp av mark-

kartering samt reglerad dränering. Det finns dock i nuläget inte några kostnadsuppgifter att tillgå för dessa åtgärder.

Slutsatserna blir att åtgärd nummer 1 ovan inte är möjlig i någon stor utsträckning, samt att kostnaderna i BEVIS-området rimligtvis är högre än i VASTRA-området på grund av högre retention. Miljöministeriet (2002) anger en kostnad för kväveåtgärder i Finland om ca 36 SEK (4 EUR) per kg kväve, vilket vi väljer att behålla som den nedre gränsen i intervallet. Vi justerar upp den övre gränsen i intervallet med 13 % till 395 SEK (43,90 EUR) per kg kväve på grund av den högre retentionen. Inklusiv administrations- och informationskostnader blir intervallet som vi använder för kvävereduktion i jordbruket ca 67-430 SEK (7,40 – 47,80 EUR) per kg kväve. Om det går att åstadkomma mycket kvävereduktion med hjälp av de olika metoder som involverar fånggrödor så finns det anledning att tro att den faktiska reduktionskostnaden kommer att ligga i intervallets lägre del.

Fosfor:

Generellt sett är det svårare att mäta effekter då det gäller fosforåtgärder än då det gäller kväveåtgärder. Det finns inte lika välutvecklade modeller, och flöden är mer komplicerade för fosfor än för kväve, vilket beror på att fosfor binder mer till vissa ämnen. Kväveflöden är enklare att förutspå och beräkna med hjälp av bl.a. temperatur och fuktighet. Detta, tillsammans med mindre utvecklade modeller och mindre dataunderlag gör att effektivitetsskattningar blir osäkra för fosfor, vilket också framgår i S&S. I tabell 4 nedan visas de kostnader per effektenhet för några möjliga fosforreducerande åtgärder som S&S utgick från. Kostnaderna är hämtade från Naturvårdsverket (2003), vars analys baseras på studier vid sjön Glan i Östergötland.

Tabell 4. Olika åtgärder för att minska utsläppen av fosfor från jordbruk

Åtgärd	SEK (EUR) per kg borttaget fosfor
Förbättrad arrondering	0
Gräs på vändtegar	0
Energiskog	0
Dammar i måttlig omfattning	1 200 (133)
Dammar i stor omfattning	2 500 (278)
Skyddszon utan bortförsel av gräs	2 800 (311) vid 60% ler 3 700 (411) vid 50% ler 5 200 (578) vid 40% ler 7 800 (867) vid 30% ler
Hela fält som gräsbevuxen uttagen areal	4 000 (444) vid 60% ler 6 000 (667) vid 50% ler 8 000 (889) vid 40% ler
Kalkinblandning vid dränering	5 000 (556) vid 60% ler 6 000 (667) vid 50% ler 7 000 (778) vid 40% ler 10 000 (1 111) vid 30% ler
Dränering	6 000 (667) vid 60% ler 7 000 (778) vid 50% ler 8 000 (889) vid 40% ler 10 000 (1 111) vid 30% ler
Kalkfilterdiken vid sluttningar	7 000 (778) vid 60% ler 8 000 (889) vid 50% ler 10 000 (1 111) vid 40% ler

I S&S angavs intervallet 360 – 10 000 SEK (40 – 1 111 EUR) per kg borttaget fosfor. Den nedre gränsen i intervallet kommer ifrån Miljöministeriet (2002). Med kännedom om lerhalter, samt om hur mycket av varje åtgärd som är möjlig inom BEVIS-området skulle intervallet kunna göras smalare. Vi har dock inte mer information om lerhalterna i Finland och på Åland annat än muntliga från olika källor om att det generellt är ”mycket leriga” jordar, samt Helin et al. (2006), som konstaterar att den dominerande jordartstypen i södra Finland är lera. Vad detta innebär för specifika lerhalter kan vi inte bedöma i dagsläget, varför vi måste behålla den (höga) övre gränsen för intervallet. Som synes i tabellen ovan beror kostnaden per effektenhet i stor utsträckning på lerhalter, varför information om dessa vore en mycket viktig pusselbit inför fortsatta studier.

Några ytterligare åtgärder som föreslås av Gren et al. (1995) är fånggröda, energiskogsodling och ökad vallodling. Kostnaderna för dessa åtgärder beräknas för den svenska delen av egentliga Östersjön till 526; 634 respektive 1958 SEK (58; 70 respektive 218 EUR) per kilo borttaget fosfor. Man bör dock komma ihåg att detta bygger på gamla data, och med stigande marginalkostnad för åtgärderna (mer fosfor tas bort med jordbruksåtgärder idag än 1995) är det rimligt att tänka sig att kostnaderna för dessa åtgärder idag är högre. Det har, till vår kännedom, inte gjorts några senare studier av kostnaderna för dessa åtgärder i områdena kring egentliga Östersjön och Ålands hav.

Helin et al. (2006) och Laukkanen & Huhtala (2007) har behandlat åtgärder mot fosforläckage inom det finska jordbruket. Några detaljerade kostnadsdata gick dock inte att hämta ur dessa artiklar.

En av de enskilda åtgärder som anses som viktigast för Finlands del (som utgör den största delen av BEVIS-området då det gäller jordbruket) är anläggning och skötsel av skyddszoner (Pakkanen och Jaakkola 2004). Miljöministeriet (2002) skriver vidare att skyddszoner och våtmarker sannolikt är de mest kostnadseffektiva åtgärderna för att minska läckaget av näringsämnen i Finland. Man konstaterar också att reglerbar dränering är möjlig bara på sandjordar, vilket som sagt utgör en mycket liten del av BEVIS-området. Vad gäller de andra åtgärderna bör möjligheterna till dessa, samt deras kostnader, i BEVIS-området undersökas vidare, men en sådan studie har inte varit möjlig inom ramen för uppdraget. Vi kan därför i dagsläget inte presentera några förfinade kostnads-siffror för fosforreducering i jordbruket inom BEVIS-området, och använder samma intervall som tidigare, dvs. 360 – 10 000 SEK (40 – 1 111 EUR) per kilo borttaget fosfor. Vi lägger dock till kostnaden för information (309 SEK (34 EUR) per kg P) enligt Grep-pa Näringsen (2007) och får intervallet 669 – 10 309 SEK (74 – 1 145 EUR) per kilo borttaget fosfor. Vi kommer även att göra en punktskattning vid kostnaden 3 109 SEK (345 EUR) per kg fosfor (2 800+309 SEK (311 + 34 EUR)), som är rimlig om (a) all kvävereduktion upp till miljömålen för områdena inom BEVIS åstadkoms med hjälp av skyddszoner utan bortförsl av gräs (b) lerhalten i BEVIS-området ligger kring 60 %, samt (c) kostnaden per effektenhet för åtgärden vid sjön Glan och i BEVIS-området är lika stora.

Totalkostnadsberäkning för scenario 8.

Enligt scenariospecifikationen minskas belastningen av kväve och fosfor från jordbruket i Sverige, Finland och på Åland enligt gällande åtgärdsprogram. Det innebär en minskning i Sverige med 15 %, och minskningar på Åland och i Finland med 20 % i både kväve- och fosforbelastningen. Nedan följer en totalkostnadsberäkning för scenario 8, då vi använder ovanstående reduktionskostnader. Först beräknar vi den totala reduktionen av kväve och fosfor som ska åstadkommas enligt scenariot. Tabellerna 5 och 6 nedan visar den totala tillförseln av kväve och fosfor i RIV- respektive DIF-områdena inom BEVIS.

Tabell 5. Tillförsel av kväve och fosfor från jordbruket, efter RIV-områden.

<i>Vattendrag (RIV ID-nr i BEVIS)</i>	<i>Total kväve- tillförsel (kg N/år)</i>	<i>Jord- brukets andel av kväve- tillförseln (%)</i>	<i>Total kväve- tillförsel från jordbruket (kg N/år)</i>	<i>Total fos- for- tillförsel (kg P/år)</i>	<i>Jord- brukets andel av fosfor- tillförseln (%)</i>	<i>Total fosfor- tillförsel från jordbruket (kg P/år)</i>
Dalälven (1)	5 039 339	42	2 116 522	161 746	62	100 283
Tämnarån (2)	546 201	92	502 505	9 355	60	5 613
Forsmarksån (3)	75 151	92	69 139	1 164	60	698
Olandsån (4)	504 153	92	463 821	11 790	60	7 074
Skeboån (5)	161 110	92	148 221	4 194	60	2 516
Strömarån (6)	42 757	92	39 336	993	60	596
Tulkaström (7)	9 325	92	8 579	266	60	160
Bodaån (8)	26 036	92	23 953	494	60	296
Summa Sverige:	6 404 072	53	3 372 076	190 002	62	117 236
Aurajoki (9)	968 162	88	851 983	49 127	78	38 319
Kiskonjoki (10)	430 726	96	413 497	20 605	94	19 369
Paimionjoki (11)	1 243 583	97	1 206 276	74 448	93	69 237
Uskelanjoki (12)	588 466	96	564 927	38 037	94	35 755
Halikonjoki (13)	329 824	96	316 631	18 158	94	17 069
Hirvijoki (14)	305 114	94	286 807	16 798	89	14 950
Mynäjoki (15)	309 412	95	293 941	17 035	88	14 991
Laaajoki (16)	422 218	96	405 330	23 246	90	20 921
Summa Finland:	4 597 505	94	4 339 392	257 454	81	209 690
Summa Totalt:	11 001 577	70	7 711 468	447 456	73	326 926

Källa: BEVIS och egna beräkningar

Tabell 6. Tillförsel av kväve och fosfor från jordbruket, efter DIF-områden.

<i>Kustområde (DIF ID-nr i BE- VIS)</i>	<i>Total kvä- ve-tillförsel (kg N/år)</i>	<i>Jord- brukets andel av kväve- tillförseln (%)</i>	<i>Total kväve- tillförsel från jordbruket (kg N/år)</i>	<i>Total fosfor- tillförsel (kg P/år)</i>	<i>Jord- brukets andel av fosfor- tillförseln (%)</i>	<i>Total fosfor- tillförsel från jordbruket (kg P/år)</i>
Finska kusten (1)	1 186 846	92	1 091 898	55 920	88	49 210
Finska öar (2)	1 384 879	87	1 204 845	65 250	85	55 463
Summa Finland:	2 571 725	89	2 296 743	121 170	86	104 673
Lumparn N (3)	87 965	94	82 687	1 898	62	1 177
Lumparn S (4)	40 515	81	32 817	1 168	68	794
NV inre skärg. (5)	78 475	93	72 982	1 971	55	1 084
SV Åland (6)	83 220	90	74 898	2 226	47	1 046
NÖ Åland (7)	28 470	86	24 484	803	40	321
Ö skärgården (8)	77 380	88	68 094	2 299	42	966
Summa Åland:	396 025	90	355 962	10 365	52	5 388
Summa Totalt:	2 967 750	89	2 652 706	131 535	84	110 060

Källa: BEVIS och egna beräkningar

Tabell 7. Total årlig tillförsel av kväve och fosfor från jordbruket i Sverige, Finland och på Åland, samt årliga minskningar enligt gällande åtgärdsprogram (Sverige 15 %, Finland 20 %, Åland 20 %)

	<i>Kväve-tillförsel (kg N/år)</i>	<i>Reduktion av kväve-tillförseln (kg N/år)</i>	<i>Fosfor-tillförsel (kg P/år)</i>	<i>Reduktion av fosfor-tillförseln (kg P/år)</i>
Sverige	3 372 076	505 811	117 236	17 585
Finland	6 636 135	1 327 227	314 363	62 873
Åland	355 962	71 192	5 388	1 078
Totalt	10 364 173	1 904 230	436 987	81 536

Med de kostnader för kväve- respektive fosforreduktion som angavs ovan ges följande totala kostnader för scenario 8. Notera att två olika totalsiffror erhålls; en där kostnaden för fosforreducering är i intervallet 669 – 10 309 SEK (74 – 1 145 EUR) per kilo reducerat fosfor, och en där motsvarande kostnad har skattats till 3 109 SEK (345 EUR) per kilo reducerat fosfor.

Tabell 8. Totala årliga kostnader för scenario 8.

	<i>MSEK</i>	<i>MEuro</i>
a). Kväve: (67-430 SEK (7,40 – 47,80 EUR) per kg N)	128 – 819	14-91
b). Fosfor: (669 – 10309 SEK 74 – 1 145 EUR) per kg P)	55 – 841	6-93
c). Fosfor: (3 109 SEK (345 EUR) per kg P)	253	28
Totalt (a+b)	183 – 1 660	20 – 184
Totalt (a+c)	381 – 1 072	42 –119

5. Anslutning av glesbygdens hushåll till kommunala reningsverk, BEVIS scenario 9.

I BEVIS Scenario 9 ansluts glesbygdens hushåll i BEVIS-området till kommunala reningsverk. I detta kapitel beräknas kostnaderna för en sådan storskalig anslutning.

Investeringskostnader per hushåll

De faktiska investeringskostnaderna för anslutning till det kommunala avloppsnätet är svåra att uppskatta, och beror rimligtvis på många faktorer; däribland avstånd till nätet, antal fastigheter som ska anslutas, storlek på hus, markförhållanden etc. Som ett mått på investeringskostnaden måste vi därför använda oss av någon schablon. En sådan schablon är den avgift som hushållen får betala till kommunerna för att ansluta sig till och nyttja de tjänster som det kommunala nätet erbjuder. Avgiften varierar mellan olika kommuner och mellan några av de olika egenskaper som listades ovan. För Sveriges del varierar anslutningsavgiften i intervallet 40 000 – 100 000 SEK (4 444 – 11 111 EUR), med ett medelvärde för anslutna om ca 70 000 SEK (7 778 EUR) år 2001 (LRF 2006). Denna avgift är utformad enligt en självfinansieringsprincip, så att den i princip i genomsnitt täcker kostnaderna för anslutning och bruk, och inga överskott uppstår av avgiften (Svenskt Vatten 2005). Vissa överskott får dock uppstå för finansiering av kommande investeringar.

För Ålands del gäller ett medelvärde om ca 3 500 EUR (32 200 SEK) per fastighet, med ett intervall på 3 000 – 4 000 EUR (27 600 – 36 800 SEK), enligt Mikael Wennström på Landskapsregeringen. I Finland ser kostnaderna något annorlunda ut. Enligt Antti Ryyänen vid Miljöministeriet ligger medelvärdet för anslutning på 2 901 EUR (26 700 SEK), och för glesbygden anges intervallet 3 000 – 10 000 EUR (27 600 – 92 000 SEK), om flera fastigheter väljer att gå ihop och ansluta sig gemensamt. Även för Åland och Finland gäller självfinansieringsprincipen, enligt våra kontakter. Anledningen till den låga maxsiffran för Ålands del skulle, enligt Mikael Wennström, kunna vara att man i Finland i större utsträckning har anslutit fastigheter i glesbygd än på Åland. För vidare anslutning på Åland finns det därför skäl att justera upp maxkostnaden för anslutning.

Anledningen till skillnaden i anslutningskostnader mellan Sverige, Finland och Åland är givetvis en viktig fråga. Vi gör ett antagande om att enhetskostnader för arbetskraft, rördragning etc. är lika stora i de tre områdena. Ett argument för detta antagande är om de allmänna prisnivåerna i Sverige och Finland ligger på liknande nivåer. En enkel kontroll av detta är OECD:s köpkraftsparitetsstatistik (2007 s.279) som bekräftar antagandet.² Vi gör vidare antagandet att samma teknologi används i de tre områdena. Detta innebär att det som styr skillnaderna i genomsnittlig anslutningskostnad och intervallen framförallt bör vara tillgängligheten, dvs. avstånden till stamledningar. Att medelkostnaden för anslutning är högre i Sverige än på Åland och i Finland bör därmed tolkas som att det av

² Prisnivåindex för Sverige respektive Finland, jämfört med USA, var år 2006 123 respektive 118. Detta innebär att den allmänna prisnivån 2006 var ca 4,2 % högre i Sverige än i Finland.

någon anledning i genomsnitt är längre till stamledningar för de fastigheter som ansluts i Sverige.

Ett vidare antagande bör vara att anslutning är förknippat med stigande marginalkostnad. Om politiken i dagsläget är utformad så att de ”billiga” områdena ges möjlighet till anslutning före de ”dyra” så bör detta antagande hålla. Det innebär att en genomsnittskostnad för vidare anslutning knappast bör vara i den lägre delen av intervallet. Eftersom scenariot är specificerat så att alla hushåll som idag inte är anslutna till det kommunala nätet ska anslutas, så bör en rimlig bedömning vara att genomsnittskostnaden snarare kommer att ligga nära den övre gränsen i intervallet. Detta gäller framförallt vid beräkningar av kostnader för anslutning av hushåll som idag har torrdass, eftersom dessa i genomsnitt borde vara allokerade längre ifrån avloppsnätet.

För Sveriges del kommer vi att använda intervallet 70 000 – 100 000 SEK (7 778 – 11 111 EUR) per hushåll. För Ålands respektive Finlands del är intervallen 32 200 – 100 000 SEK (3 578 – 11 111 EUR) respektive 27 600 – 92 000 SEK (3 067 – 10 222 EUR).

Vi räknar ut en årlig investeringskostnad med hjälp av en annuitetsfaktor baserad på intervallen ovan, en livslängd hos investeringarna om 20 respektive 30 år, och kalkylräntan 6 procent. Räntan är densamma som Naturvårdsverket (2003) använder för investeringar i enskilda avloppsanläggningar.

Tabell 9: Årliga kostnader per hushåll för investeringar (SEK (EUR))

	<i>Sverige</i>	<i>Åland</i>	<i>Finland</i>
20 års livslängd	6100 – 8700 (678 – 967)	2800 – 8700 (311 – 967)	2400 – 8000 (267 – 889)
30 års livslängd	5100 – 7300 (567 – 811)	2300 – 7300 (256 – 811)	2000 – 6700 (222 – 744)

Löpande kostnader per hushåll

För de löpande kostnaderna används finska data från Antti Ryyänen vid Miljöministeriet, Svenska data från LRF (2006) samt Åländska data från Mikael Wennström på Ålands Landskapsregering. För Finland gäller en kostnad för avloppsvatten om i genomsnitt 1,68 EUR (15 SEK) per m³. Med en förbrukning av 100 l/person/dag och i snitt 2,3 personer per hushåll (som gäller på Åland) innebär detta en årskostnad om ca 141 EUR (1 269 SEK). Till detta kommer en fast årlig avgift om 43 EUR (4,80 SEK) för avloppsvatten, vilket ger en total löpande kostnad i Finland om ca 184 EUR (SEK 1 693) per år.

För Sveriges och Ålands del finns bara tillgång till totalkostnadsskattningar för de löpande kostnaderna - SEK 4 000 (435 EUR), respektive 248 EUR (2 281 EUR) där även vattenförbrukning ingår. Eftersom scenariot är begränsat till avlopp ger dessa kostnader därmed en överskattning. En ungefärlig korrigering av detta erhålls genom att utnyttja de finska data vi har över vattenkostnader. Om det går lika mycket nytt vatten in som av-

loppsvatten ut ur varje hushåll kan den finska vattenkostnaden användas, vilken uppgår till ca 1,13 EUR (10 SEK) per m³ plus en fast kostnad om 39 EUR (351 SEK) per år. Med samma årliga vattenförbrukning som tidigare innebär detta en kostnad för färskvatten om ca 134 EUR (1 206 SEK) per hushåll. Det betyder att ca 60 % av de löpande kostnaderna för vatten och avlopp kan härröras till avlopp. För Sveriges del blir då den löpande avloppsvattenkostnaden ca 2400 SEK (261 EUR) och för Ålands del blir den 1370 SEK (149 EUR).

Tabell 10: Löpande kostnader per hushåll och år (SEK (EUR))

<i>Sverige</i>	<i>Åland</i>	<i>Finland</i>
2 400 (267)	1 370 (152)	1 693 (188)

Totalkostnader

En summering av de löpande kostnaderna för avloppsvatten och investeringskostnaderna ger resultaten i tabell 11.

Tabell 11: Summa löpande kostnader och investeringskostnader per hushåll och år. (SEK (EUR))

<i>Sverige</i>	<i>Åland</i>	<i>Finland</i>
7 500 – 11 100 (833-1 233)	3 670 – 10 070 (408 – 1 119)	3 693 – 9 693 (410 – 1 077)

De hushåll som idag har enskilda avlopp kommer dock att slippa betala för kommande nyinvesteringar och årlig drift av sina nuvarande avloppssystem, varför en fullständig kostnadsberäkning måste korrigera (dra av från totalkostnaden) för detta. I nedanstående tabell visas årliga kostnader per hushåll för olika typer av reningsanläggningar som förekommer i BEVIS-området, baserade på investeringskostnader, driftskostnader och livslängder för respektive metod från Naturvårdsverket (2003) och en kalkylränta om 6 %.³ Kostnader i den sista raden; ”utan rening/övrigt” har antagits till noll.

³ Kostnaderna för enbart slamavskiljare finns inte tillgängliga i Naturvårdsverkets (2003) rapport. Däremot ingår en slamavskiljare i många system, bl.a. konventionell markbädd och infiltrationsanläggningar. Vi använder oss här, godtyckligt, av intervallet 10 000– 30 000 SEK i investeringskostnad, samt samma driftskostnad som för infiltrationsanläggning och konventionell markbädd, SEK 800, eftersom denna till stor del bör bestå av en slamtömningsavgift som även gör sig gällande vid bara slamavskiljare. Livslängden har antagits till 30 år (vilket är samma livslängd som t.ex. för en sluten tank), eftersom systemet är enkelt.

Tabell 12: Årliga kostnader per hushåll för olika typer av reningsanläggningar (SEK)

	<i>Kostnad per hushåll (SEK)</i>			
	<i>Investeringskostnad (SEK)</i>	<i>Ökad driftskostnad (SEK/år)</i>	<i>Livslängd (år)</i>	<i>Total kostnad per år (annuitetskostnad med kalkylränta 6 %)</i>
Infiltration	37 500	800	15	4 663
Konventionell markbädd	42 500	800	20	4 506
Slamavskiljare	10 000 – 30 000	800	30	1526 – 2 978
Sluten tank	20 000	15 000	30	2 352
Minireningsverk	55 000	5 500	15	11 165
Utan rening/övrigt	0	0	0	0

För de hushåll som idag har torrdass uppstår inte samma kostnadsbesparing, eftersom investerings- och driftskostnaderna troligtvis är låga. Vi har valt att försumma dessa. Där- emot tillkommer kostnader för WC-stol och rördragning i fastigheten. Vi har idag inga data på storleken hos dessa kostnader, och räknar därför inte med dessa.

Hur många ska anslutas?

I tabell 13, nedan, redovisas antalet fastigheter med torrdass respektive enskilt avlopp i respektive delområde inom BEVIS.⁴ Vi kommer att dela upp kostnadskalkylen i tre delberäkningar; (1) den första där vi beräknar kostnaderna för att ansluta hushåll som idag har enskilda avlopp, (2) den andra där vi beräknar kostnaderna för att ansluta hushåll som idag har torrdass, samt (3) en totalkostnadsberäkning.

Tabell 13. Antal fastigheter med enskilt avlopp, torrdass, samt totalt antal utanför det kommunala nätet i Sverige, på Åland och i Finland.

	<i>Sverige</i>	<i>Åland</i>	<i>Finland</i>
Enskilt avlopp	22 033 – 27 450	5040	55973
Torrdass	3540	4058	7196
Totalt antal utanför det kommunala nätet	25 573 – 30 990	9098	63169

⁴ Siffrorna är framtagna enligt följande: (1) För Sveriges del: Antal hushåll med enskilt avlopp. Data för avrinningsområdena Forsmarksån, Olandsån, Strömarån från Jennie Tjernell på Länsstyrelsen i Uppsala Län, med max- och minimisiffror. Data för Dalälven och Skeboån från SCB (2003). Data för de övriga tre vattendragen i BEVIS-området svenska del saknas, men dessa vattendrag är mycket små. För att erhålla den nedre gränsen har antalet hushåll i dessa avrinningsområden satts till noll. För att erhålla maxgränsen har antalet hushåll i dessa avrinningsområden satts till 696, vilket är samma antal som kring Skeboån, som representerar ett större avrinningsområde än Tämnrån, Tulkaström och Bodaån. Denna metod innebär förvisso en osäkerhet, men i det stora hela ger denna osäkerhet små effekter. Data över antalet torrdass från S&S. Den sista raden är summan av de två ovanstående. (2) För Ålands del: Data över antal enskilda avlopp från Mikael Wennström vid Landskapsstyrelsen. De två andra raderna samma som för Sverige. (3) För Finlands del: Vi erhöll data för antal hushåll utanför det kommunala nätet från BEVIS. Data över antal torrdass från S&S. Data över antal enskilda avlopp genom subtraktion.

(1) Kostnader för anslutning av hushåll som idag har enskilda avlopp

Enligt de ovan angivna kostnadsintervallen och antalen hushåll som ska anslutas uppgår totalkostnaden för Sverige, Åland och Finland till beloppen i tabell 14.

Tabell 14: Årliga totala kostnader för anslutning av fastigheter med enskilda avlopp inom BE-VIS-området. (OBS: exklusive kostnadsbesparingar för tidigare reningsanläggningar). Räknat på intervallet 20 – 30 års livslängd av investeringar och 6 procent kalkylränta, som tidigare. Belopp i SEK (EUR).

<i>Sverige</i>	<i>Åland</i>	<i>Finland</i>
165 247 500 – 304 695 000 (18 361 000 – 33 855 000)	18 496 800 – 50 752 800 (2 055 200 – 5 639 200)	206 708 289 – 542 546 289 (22 967 600 – 60 282 900)

Från dessa kostnader måste vi som sagt dra av kostnadsbesparingar för nyinvesteringar och årliga driftkostnader för de olika typerna av reningsanläggningar som fastigheterna idag har. Dessa kostnadsbesparingar är i mycket hög utsträckning beroende av hur fördelningen av reningsmetoder ser ut. Svenska data rörande denna fördelning kommer från Naturvårdsverket (2004), och är baserade på Uppsala län. Data från Finland kommer ifrån Askö Sydänoja på Ympäristö. Åländska data, motsvarande dessa, har inte varit möjliga för oss att få tag på. Vi har därför valt att för Åland göra en extrapolering av situationen i Finland. Som synes föreligger det skillnader mellan Sverige och Finland vad gäller de reningsmetoder som används.

Tabell 15: Antal hushåll med enskilt avlopp efter reningsmetod.

	<i>Sverige</i>		<i>Åland</i>		<i>Finland</i>	
	<i>Andel</i>	<i>Antal</i>	<i>Andel</i>	<i>Antal</i>	<i>Andel</i>	<i>Antal</i>
Infiltration	39 %	8 593 – 10 705	23 %	1159	23 %	12 874
Konventionell markbädd	9 %	1 983 – 2 471	0 %	0	0 %	0
Slamavskiljare	52 %	11 457 – 14 274	63 %	3175	63 %	35 263
Sluten tank	0 %	0	7 %	353	7 %	3 918
Minireningsverk	0 %	0	2 %	101	2 %	1 119
Utan rening/övrigt	0 %	0	5 %	252	5 %	2 799
Summa	100 %	22 033 – 27 450	100 %	5 040	100 %	55 973

Dessa uppgifter innebär att vi bör dra av kostnaderna angivna i tabell 16 från de totala kostnaderna.

Tabell 16: Årliga kostnadsbesparingar för nyinvesteringar och drift av enskilda avlopp vid anslutning till det kommunala avlopps nätet. Data efter reningsmetod och resultat från tabell 8 och 11. Belopp i SEK (EUR).

	<i>Sverige</i>	<i>Åland</i>	<i>Finland</i>
Infiltration	40 069 159 – 49 917 415 (4 452 129 – 5 546 379)	5 404 417 (600 491)	60 031 462 (6 670 162)
Konventionell markbädd	8 935 398 – 11 134 326 (922 822 – 1 237 147)	0	0
Slamavskiljare	17 483 382 – 42 507 972 (1 942 598 – 4 723 108)	4 845 050 – 9 455 150 (538 339 – 1 050 572)	53 811 338 – 105 013 214 (5 979 038 – 11 668 135)
Sluten tank	0	830 256 (92 251)	9 215 136 (1 023 904)
Minireningsverk	0	1 127 665 (125 296)	12 493 635 (1 388 182)
Ingen rening/övrigt	0	0	0
Summa:	66 487 939 – 103 559 713 (7 387 549 – 11 506 635)	12 207 385 – 16 817 488 (1 356 376 – 1 868 610)	135 551 571 – 186 753 447 (15 061 286 – 20 750 383)

Som synes är detta stora kostnadsbesparingsposter i relation till kostnaderna för anslutning. Den totala årliga kostnaden beräknas i tabell 17 nedan som differensen mellan anslutningskostnader (tabell 14) och kostnadsbesparingar (tabell 16).

Tabell 17: Totala årliga kostnader för anslutning av samtliga fastigheter med enskilda avlopp till det kommunala nätet inom BEVIS-området, då hänsyn har tagits till kostnadsbesparingar för drift och nyinvesteringar av de tidigare enskilda avloppen. Belopp i SEK (EUR).

<i>Sverige</i>	<i>Åland</i>	<i>Finland</i>	<i>Totalt</i>
61 687 787 – 238 207 061 (6 854 199 – 26 467 451)	1 679 312 – 38 545 415 (186 590 – 4 282 824)	19 954 842 – 406 994 718 (2 217 205 – 45 221 635)	83 321 941 – 683 747 194 (9 257 993 – 75 971 910)

(2) Kostnader för anslutning av hushåll som idag har torrdass

Kostnaderna redovisas i tabell 18 nedan. Observera att vi inte har tagit hänsyn till kostnader för wc-stol och rördragning vid anslutningen, bara framdragningen av ledningar är medräknat. Detta innebär en underskattning av totalkostnaderna. Å andra sidan drar vi inte av kostnadsbesparingen för latrinhanteringen för de hushåll som idag har torrdass, vilket i viss utsträckning borde motverka denna underskattning.

Tabell 18: Totala årliga kostnader för anslutning av hushåll inom BEVIS-området som idag har torrdass. Belopp i SEK (EUR).

<i>Sverige</i>	<i>Åland</i>	<i>Finland</i>	<i>Totalt</i>
26 550 000 –	14 893 000 –	26 575 000 –	68 018 000 –
38 940 000	40 864 000	69 751 000	149 555 000
(2 950 000 –	(1 655 000 –	(2 953 000 –	(7 558 000 –
4 327 000)	4 540 000)	7 750 000)	16 617 000)

(3) Totala kostnader för scenario 9

Vi adderar nu kostnaderna för att ansluta de hushåll som idag har enskilda avlopp (tabell 17) med kostnaderna för de som har torrdass (tabell 18).

Tabell 19: Slutresultat scenario 9. Totala årliga kostnader för att ansluta samtliga hushåll utanför avlopps nätet till det kommunala nätet. Belopp i SEK (EUR).

<i>Sverige</i>	<i>Åland</i>	<i>Finland</i>	<i>Totalt</i>
88 238 000 –	16 572 000 –	46 530 000 –	Ca 151 – 833 MSEK
277 147 000	79 409 000	476 746 000	(ca 17 – 93 MEUR)
(9 804 000 –	(1 841 000 –	(5 170 000 –	
30 794 000)	8 823 000)	52 972 000)	

Som vi har konstaterat tidigare är det troligt att de faktiska kostnaderna bör ligga i den övre delen av intervallet. Det beror på (1) att anslutning är förknippat med stigande marginalkostnad, vilket gör att genomsnittskostnaden och eventuellt också maxkostnaderna för anslutning stiger med ökad anslutningsgrad, samt (2) att vi i våra beräkningar har bortsett från kostnader för installation av wc och rördragning hos fastigheter som idag har torrdass.

Omstruktureringen på Åland

Enligt scenariot håller Ålands kommunala avloppsnät på att gå igenom en omstrukturering, som innebär att små reningsverk stängs och att avloppet från dessa istället leds till Mariehamns reningsverk. Vad gäller anslutningskostnaderna ovan (som bör tolkas som en summa av "rörliga kostnader", där enheten är antalet hushåll) så bör de ej påverkas av denna omstrukturering, givet att det centrala ledningssystemets perifera delar är oförändrat. Kostnaden för omstruktureringen bör då betraktas som en fast kostnad i det här sammanhanget. Det är möjligt att totalkostnaden för att bedriva kommunalt avlopp förändras, vilket också förändrar kostnaden per redan anslutet hushåll, men på marginalen spelar denna kostnad ingen roll. Kostnaden för att ansluta ett extra hushåll bör i princip till största delen bero på hur lättillgänglig den närmaste kommunala avloppsledningen är.

Enligt Mikael Wennström är kostnaden för de nya överförings- eller anslutningsledningarna är ca 4,4 miljoner EUR (40 MSEK). Mariehamns reningsverk måste också dimensioneras för att ta emot mer avloppsvatten. Kostnaden för denna förstoring har beräknats till 3,4 miljoner EUR (31 MSEK).

6. Simulering av klimatförändringens effekter på närsaltsbelastning, när regnmängderna ökar på vinter och tidig vår, BEVIS scenario 10.

BEVIS Scenario 10 resulterar enligt specifikationerna i en ökning av belastningen från åar (RIV) och diffusa utsläppskällor (DIF). Vidare ökar även belastningen från luft (AIR) och modellens randområden (BOR).

BEVIS Scenario 10 baseras på de koefficienter för minskning/ökning i tillrinning i RIV, DIF och BOR, samt nederbörd i AIR, som redovisas i tabell 20. Koefficienterna avser skillnaden mot år 2004, för vilket det finns vissa belastningsdata inom BEVIS (se tabell 21). År 2004 antas vara ett år med ”normal” närsaltsbelastning. Detta är ett antagande som, givet en nära korrelation mellan nederbörd och tillrinning, styrks av de nederbörnsdata från SMHI som presenteras i Bilaga 3. Dessa data tyder på att nederbörsmängderna år 2004 i Östhammar, Mariehamn och Åbo är ganska normala.

Tabell 20. Specificering av scenario 10.

<i>Månad</i>	<i>Förändring av tillrinning RIV, DIF, BOR med faktor:</i>	<i>Förändring av nederbörd AIR med faktor:</i>
Januari	1,4	1,33
Februari	1,4	1,33
Mars	1,6	1,33
April	1,0	1,0
Maj	0,8	0,87
Juni	0,67	0,8
Juli	0,67	0,8
Augusti	0,67	0,8
September	0,8	0,87
Oktober	0,9	1,0
November	1,07	1,33
December	1,17	1,33

Källa: BEVIS

Inom BEVIS finns data tillgängliga för månadsvis tillrinning från RIV och DIF under 2004. Detta möjliggör en kalkyl över hur tillrinningen totalt sett kommer att förändras från RIV och DIF enligt scenariot, och därmed är beräkningar för förändringar i scenario 8 möjliga. Inga sådana data finns dock tillgängliga för BOR och AIR enligt Anders Engqvist (Husö biologiska station, Åbo Akademi), vilket omöjliggör pålitliga kalkyler för dessa sektorer. Ett antagande om en jämn fördelning över året i AIR- och BOR-belastning skulle i teorin ”lösa” problemet, men ett sådant antagande vore alltför starkt i praktiken.

Nedan beräknas den totala årliga förändringen i näringsbelastning från RIV och DIF som inträffar enligt scenariots specifikationer. Vi antar att belastningen följer med tillrinningen proportionellt.

Tabell 21. Total årlig förändring i belastning från RIV som följer av scenariospecifikationerna.

<i>Månad</i>	<i>RIV, N, tot kg/år före klimatförändring (baserat på 2004)</i>	<i>RIV, N, tot kg/år efter klimatförändring enligt scenariot</i>	<i>RIV, P, tot kg/år före klimatförändring (baserat på 2004)</i>	<i>RIV, P, tot kg/år efter klimatförändring enligt scenariot</i>
Januari	1 159 420	1 623 188	20 296	28 414
Februari	766 840	1 073 577	13 889	19 444
Mars	1 051 386	1 682 217	23 784	38 054
April	1 977 070	1 977 070	81 638	81 638
Maj	626 514	501 211	21 921	17 537
Juni	374 399	250 848	16 590	11 115
Juli	859 492	575 860	56 783	38 044
Augusti	611 647	409 804	48 470	32 475
September	576 157	460 925	33 454	26 763
Oktober	761 180	685 062	26 760	24 084
November	836 692	895 260	45 207	48 371
December	1 400 779	1 638 911	58 666	68 639
Summa	11 001 578	11 773 934	447 457	434 579

Källa: BEVIS och egna beräkningar

Tabell 22: Total årlig förändring i belastning från RIV som följer av scenariospecifikationerna.

<i>Månad</i>	<i>DIF, N, tot kg/år före klimatförändring (baserat på 2004)</i>	<i>DIF, N, tot kg/år efter klimatförändring enligt scenariot</i>	<i>DIF, P, tot kg/år före klimatförändring (baserat på 2004)</i>	<i>DIF, P, tot kg/år efter klimatförändring enligt scenariot</i>
Januari	172 678	241 749	4 642	6 499
Februari	136 833	191 566	3 337	4 672
Mars	205 482	328 771	5 725	9 160
April	677 584	677 584	22 981	22 981
Maj	72 595	58 076	2 678	2 142
Juni	59 228	39 683	1 952	1 308
Juli	356 386	238 779	20 509	13 741
Augusti	208 011	139 367	17 734	11 882
September	212 419	169 935	9 985	7 988
Oktober	172 556	155 300	8 421	7 579
November	258 703	276 812	13 043	13 956
December	435 274	509 271	20 530	24 020
Summa	2 967 749	3 026 894	131 537	125 928

Källa: BEVIS och egna beräkningar

Nästa steg blir att beräkna hur detta påverkar belastningen från jordbruket. Vi gör ett antagande om att jordbrukets totala andel av DIF- och RIV- belastningen är oförändrad. Detta innebär de andelar som redovisas i tabell 23.

Tabell 23: totala förändringar av kväve och fosforbelastning från jordbruket till DIF och RIV. Data från tabellerna 22, 5 och 6.

	<i>N, förändring (kg/år)</i>	<i>N, Jordbrukets andel av förändringen (%)</i>	<i>N, Total förändring i belastning från jordbruket (kg/år)</i>	<i>P, förändring (kg/år)</i>	<i>P, Jordbrukets andel av förändringen (%)</i>	<i>P, förändring (kg/år)</i>
RIV	+772 356	70	+540 649	-12 878	73	-9 401
DIF	+59 145	89	+52 639	-5 609	84	-4 712
Summa	+831 501	71	+593 288	-18 487	76	-14 113

Om man fortfarande har som mål att uppnå den årliga belastningsnivå som resulterar av åtgärdsprogrammen specificerade i scenario 8 medför klimatförändringen alltså följande konsekvenser: För kvävet del behöver insatserna öka, eftersom man måste reducera belastningen från BEVIS-området med ytterligare ca 593 ton årligen. För fosfor del kan åtgärderna minska, eftersom klimatförändringen i sig enligt våra antaganden leder till en minskad fosforbelastning om ca 14 ton årligen. Kostnadsförändringarna, baserade på reduktionskostnaderna som antas i scenario 8, redovisas i tabell 24 nedan.

Tabell 24. Kostnadsförändringar (skrivna som ökning; dvs. minustecken framför är en kostnadsminskning) som uppstår på grund av klimatförändringar, givet att man fortfarande har som mål att uppnå den årliga belastningsnivå som följer av gällande åtgärdsprogram för jordbruket (scenario 8).

	<i>MSEK</i>	<i>MEuro</i>
a). Kväve: 67-430 SEK (7,40 – 47,80 EUR) per kg N	40 – 255	4,4 – 28,3
b). Fosfor: 669 – 10 309 SEK (74 – 1 145 EUR) per kg P	(-)145 – (-)9	(-)16,2 – (-)1,0
c). Fosfor: 3 109 SEK (345 EUR) per kg P	(-)44	(-)4,8
Totalt (a+b)	(-)105 – 246	(-)11,8 – 27,3
Totalt (a+c)	(-)4 – 211	(-)0,4 – 23,5

7. Diskussion kring kostnadseffektivitet

De kostnadsberäkningar som har gjorts inom BEVIS-projektet och i denna rapport möjliggör en diskussion kring kostnadseffektivitet. Följande åtgärdsområden mot näringsbelastningen tas upp inom ramarna för BEVIS: (1) Jordbruksåtgärder, (2) skift från torrdass-system till vattenklosetter i sommarstugor, (3) åtgärder inom fiskodlingar, (4) ökad effekt i avloppsreningsverk, (5) åtgärder mot industriella utsläpp, samt (6) anslutning av glesbygdens fastigheter till det kommunala avloppssystemet.

Nedan listas och kommenteras åtgärdsområdena.

(1) Jordbruksåtgärder.

Som konstaterat under scenario 8 i den här rapporten ligger kostnaden per effekt-enhet för åtgärder inom jordbruket troligtvis inom intervallet 67 – 430 SEK (7 – 48 EUR) per kilo borttaget kväve, och 669 – 10 309 SEK (74 – 1 145 EUR) per kilo borttaget fosfor. Vi presenterade också ett punkttestimat för fosfor, baserat på ett hypotetiskt scenario med stor användning av skydds-zoner. Detta skattades till 3109 SEK (345 EUR) per reducerat kilo fosfor.

(2) Skift från torrdass-system till vattenklosetter i sommarstugor.

Enligt scenario 3 (BEVIS 2007) resulterar detta i en ökad diffus belastning i skär-gårdsområden. Denna åtgärd tas därför inte med i diskussionen nedan.

(3) Åtgärder inom fiskodlingar.

Vi beräknade i denna rapport de samhällsekonomiska kostnaderna för att uppnå en reduktion av närsaltsbelastningen från fiskodlingar med 80 % från fiskodlingar på Åland, jämfört med perioden 2001-2003. Denna minskning motsvarar, som tidigare konstaterat, 174 ton kväve och 22 ton fosfor per år. De samhällsekonomiska kostnaderna beräknades som vinstförändringar, vilka uppgick till (-)10,1 – (+)6,8 MEUR ((-)90 – (+)61 MSEK). Detta innebär per kilo reducerat kväve en kostnad om ca (-)39 EUR – (+)58 EUR ((-)351 – (+)522 SEK) per kilo reducerat kväve, respektive (-)309 – (+)459 EUR ((-)2 781 – (+)4 131 SEK) per reducerat kilo fosfor. Vad gäller den negativa kostnaden bygger den, som sagt, på strikta antaganden, bl.a. att artsammansättningen kan bytas ut, att det finns avsättning för en ökad produktion, samt att priselasticitetsberäkningarna (vilka är baserade på skattningar i ett litet intervall) håller för en stor ökning av den utbudna kvantiteten på marknaden. Vi bedömer denna siffra som opålitlig. Det intervall som fås om vi utesluter scenario D från VFFIs rapport är 18 – 58 EUR (162 – 522 SEK) per reducerat kilo kväve, respektive 141 – 459 EUR (1 269 – 4 131 SEK) per reducerat kilo fosfor.

(4) Ökad effekt i avloppsreningsverk.

De intervall som har beräknats för reningsverk är 372 – 955 SEK (41 – 106 EUR) per borttaget kilo fosfor, samt 57 – 66 SEK (6 – 7 EUR) per borttaget kilo kväve. Denna rapport befäster dessa resultat, med brasklappen att intervallet för fosfor

kan behöva justeras ned, i det fall att reningsverk med låga reningsgrader har en mycket lägre fosforreduktionskostnad än andra.

(5) *Åtgärder mot industriella utsläpp.*

I S&S antogs en kostnad per effekt för kväve om 196 SEK (22 EUR) per reducerat kilo kväve. För fosfor ser situationen lite mer komplicerad ut, men en minskning om 4546 kilo fosfor per år från industrier i BEVIS-området beräknades kosta 0,6 till 6,8 MEUR (5,4 – 61,2 MSEK). Detta innebär en kostnad om ca 131 – 1496 EUR (1 179 – 13 464 SEK) per reducerat kilo fosfor. Det bör dock här påpekas att dessa kostnader bygger på skattningar från endast två industriföretag, och att de därför bör tolkas försiktigt.

(6) *Anslutning av glesbygdens fastigheter till det kommunala avlopps nätet.*

Kostnaderna för anslutning enligt scenario 9 beräknades i denna rapport till 17 – 93 MEUR (151 – 833 MSEK). Belastningen beräknas då kunna minska med ca 51 ton kväve och 8,4 ton fosfor per år (BEVIS och egna beräkningar). Detta resulterar i en kostnad per effektenhet om ca 333 – 1 824 EUR (2 997 – 16 416 SEK) per borttaget kilo kväve, och 2 023 – 11 071 EUR (18 207 – 99 639 SEK) per borttaget kilo fosfor.

Tabell 25 sammanfattar resultaten ovan.

Tabell 25: kostnader, SEK (EUR) per effektenhet för kväve och fosfor, efter olika åtgärdsområden.

	<i>Kostnad per borttaget kilo fosfor, SEK (EUR)</i>	<i>Kostnad per borttaget kilo kväve, SEK (EUR)</i>
Jordbruksåtgärder	670 – 10 300 (70 – 1 150)	70 – 430 (7 – 48)
Skift från torrdass-system till vattenklosetter i sommarstugor.	BELASTNINGEN ÖKAR	BELASTNINGEN ÖKAR
Åtgärder inom fiskodlingar	1 270 – 4 130 (140 – 460)	160 – 520 (18 – 58)
Ökad effekt i avloppsreningsverk	370 – 960 (40 – 110)	57 – 66 (6 – 7)
Åtgärder mot industriella utsläpp	1 180 – 13 460 (130 – 1500)	200 (22)
Anslutning av glesbygdens fastigheter till det kommunala avlopps nätet	18 210 – 99 640 (2 020 – 11 070)	3 000 – 16 420 (330 – 1 820)

Källa: BEVIS och egna beräkningar.

I ett ”idealfall” skulle vi kunna se kväve- och fosforåtgärder helt separata från varandra, och för varje ämne helt enkelt välja den sammansättning av åtgärder som ger lägst kostnader per enhet som kan minskas. I verkligheten är det dock så att en åtgärd som minskar kvävebelastningen också ger en fosforeffekt och vice versa (vilket naturligtvis är posi-

tivt). Detta betonas inte minst inom litteraturen kring jordbruksåtgärderna (t.ex. Naturvårdsverket 2003). I ett fall där vi enbart är ute efter att reducera det ena av de två näringsämnena, t.ex. om ett av ämnena är begränsande, kan vi dock givetvis se bara till effekten för det ämne vi intresserar oss för, varför en uppdelning som den ovan kan vara till direkt nytta. I annat fall kan vi konstatera att de samhällsekonomiska kostnaderna är lägre än de ovan angivna, eftersom vi får en positiv effekt ("intäkt") av minskningen i belastning från det "sekundära" ämnet. Detta bör tas hänsyn till i t.ex. en kostnadsnyttoanalys.

Något som också bör påpekas igen (se även S&S) är att en jämförelse av våra kostnads-skattningar sinsemellan förutsätter att det enda som är viktigt är att minska belastningen av näringsämnen i hela BEVIS-området. Det kan dock inte uteslutas att det finns viktiga lokala effekter, och stora skillnader i nyttor för samhället beroende på var någonstans, eller inom vilka sektorer, inom BEVIS-området näringsbelastningen minskar. Två exempel där den lokala miljöpåverkan kan förväntas vara stor är vid fiskodlingar och avloppsreningsverk.

Detta till trots verkar det faktiskt som att vi kan säga i alla fall något om vilka åtgärder som är mer kostnadseffektiva än andra, eftersom skillnaderna i kostnader per effektenhet i många fall är mycket stora. För kvävet del kan vi t.ex. se att den lägsta kostnaden fås vid ökad effektivitet i reningsverk i BEVIS-området, något som också bör vara möjligt att göra i stor utsträckning. Vi bedömer, vidare, kostnadsskattningarna för ökad kväverening i reningsverk som relativt säkra jämfört med skattningarna för andra åtgärdsalternativ, efter analysen i denna rapport. Även för fosforreduktion förefaller kostnaden låg i reningsverk i förhållande till de andra alternativen. Inom ramarna för denna studie har vi också kunnat konstatera att risken för ett felskattat intervall snarare ligger nedåt än uppåt.

Det förefaller också som att åtgärderna inom jordbruket, i alla fall då det gäller kväve, är mer effektiva än många andra åtgärdsalternativ. Vad gäller fiskodlingarna visar de relativt låga kostnader för fosforreduktion. Det måste här undersökas vidare hur mycket fosforreduktion som kan åstadkommas genom åtgärder i fiskodlingar, något som inte varit möjligt inom ramarna för detta uppdrag. Potentiellt är möjligheterna till reduktion mindre här än i t.ex. jordbruket, eftersom fiskodlingarna är en mindre näring.

Avslutningsvis konstaterar vi att en storskalig anslutning till det kommunala avloppet verkar mindre kostnadseffektiv än de andra åtgärdsalternativen, för såväl kväve som fosfor.

Referenser

Eriksson J., Andersson A., Andersson R., 1999. Åkermarkens matjordstyper. Naturvårdsverket rapport 4955. Naturvårdsverket, Stockholm.

Gren I-M., Elofsson K., Jannke P., 1995. Costs of nutrient reductions to the Baltic Sea. Beijer Discussion Paper Series No. 70. Beijer International Institute of Ecological Economics, Stockholm.

Greppa Näringen, 2007. Miljöeffekter av informations- och rådgivningsprojektet Greppa Näringen, åren 2001-2006, Sammanfattning. Jordbruksverket och LRF, Alnarp.

Helin J., Laukkanen M., Koikkalainen K., 2006. Abatement costs for agricultural nitrogen and phosphorus loads: a case study of crop farming in south-western Finland. Agricultural and Food Science Vol. 15:351-374. Helsinki.

Laukkanen, M., Huhtala, A., 2007. Optimal management of a eutrophied coastal ecosystem: balancing agricultural and municipal abatement measures. Environmental and Resource Economics, Accepterat manuskript.

LRF, 2006. Enskilda avlopp, en allmän angelägenhet, som kan ge nya inkomstmöjligheter för lantbrukare. Lantbrukarnas Riksförbund, Stockholm.

Miljöministeriet, 2002. Finlands program för skydd av Östersjön, Statsrådets principbeslut. Miljön i Finland 569 (ISBN 952-11-1203-4), Miljöministeriet, Helsingfors.

Naturvårdsverket, 2003. Åtgärder och kostnader för minskade fosforutsläpp från enskilda avlopp, industrier m.m. till sjön Glan. Underlagsrapport (2) till Miljökvalitetsnormer för fosfor i sjöar – redovisning av ett regeringsuppdrag. Rapport 5290, Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket, 2004. Kunskapsläget om enskilda avlopp i Sveriges kommuner. En enkätstudie. Rapport 5415. Naturvårdsverket, Stockholm

OECD, 2007. Main Economic Indicators, November 2007. ISSN 0474-5523. OECD, Paris.

Pakkanen T. och Jaakkola M., 2004. Jordbruket och skärgårdshavet. Sydvästra Finlands miljöcentral, Åbo.

SCB, 2003. Statistik för avrinningsområden 2000. SCB Statistiska Meddelanden MI 11 SM 0301. ISSN 1403-8978. Statistiska Centralbyrån, Stockholm.

Svenskt Vatten, 2005. Fakta om vatten och avlopp. Informationsbroschyr. Svenskt vatten, Stockholm

TRK, 2007. Retention i mark och sjöar.
http://www-nrciws.slu.se/TRK/resultat_retentionmarksjoar.htm. Data inhämtat 2007-11-12.

Soutukorva Å., Söderqvist T., 2007. Ekonomiska utvärderingar. Kapitel 7 i Mesoskaliga vattenkvalitetsmodeller som stöd för beslutsfattande i skärgårdsregionerna Åboland-Åland-Stockholm. Slutrapport för BEVIS-projektet. ISBN 978-952-12-1927-6. Husö Biologiska station, Åbo Akademi, Åbo.

Söderqvist T., 2002. Constructed wetlands as nitrogen sinks in southern Sweden: An empirical analysis of cost determinants. *Ecological Engineering* 19 (2002) 161 – 173.

VASTRA rapport 6, 2006. På tal om vatten – om vägen mot en hållbar vattenförvaltning (ISBN 91-631-8915-1), Mistra, Stockholm.

VFFI, 2004. Vilt och fiskeriforskningsinstitutet, 2004:325. Kustfiske och fiskodling i Finlands sydvästra skärgård. AQCESS-projektets socioekonomiska iakttagelser. Helsingfors.

VFFI, 2007. Utvecklingsalternativ för hållbar fiskodling på Åland. Handlingsplan för hållbar fiskodling i landskapet Åland. Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet, Åbo.

Bilaga 1. Skattning av samband mellan storlek i personekvivalenter och fosfor- respektive kväveringsgraden i avloppsreningsverk i BEVIS-området.

UTDATASAMMANFATTNING FOSFOR

<i>Regressionsstatistik</i>	
Multipel-R	0,1265745
R-kvadrat	0,01602111
Justerad R-kvadrat	-0,0085784
Standardfel	6,92769694
Observationer	42

ANOVA

	<i>fg</i>	<i>KvS</i>	<i>MKv</i>	<i>F</i>	<i>p-värde för F</i>
Regression	1	31,25679453	31,2568	0,651278402	0,42442878
Residual	40	1919,719396	47,993		
Totalt	41	1950,97619			

	<i>Koefficienter</i>	<i>Standardfel</i>	<i>t-kvot</i>	<i>p-värde</i>	<i>Nedre 95%</i>	<i>Övre 95%</i>	<i>Nedre 95,0%</i>	<i>Övre 95,0%</i>
Konstant	90,0777257	1,106882991	81,3796	4,65274E-46	87,8406317	92,31482	87,84063175	92,3148197
storlek	1,6397E-05	2,03182E-05	0,80702	0,424428783	-2,4667E-05	5,746E-05	-2,46675E-05	5,7462E-05

UTDATASAMMANFATTNING KVÄVE

<i>Regressionsstatistik</i>	
Multipel-R	0,142773239
R-kvadrat	0,020384198
Justerad R-kvadrat	-0,00350887
Standardfel	20,95455737
Observationer	43

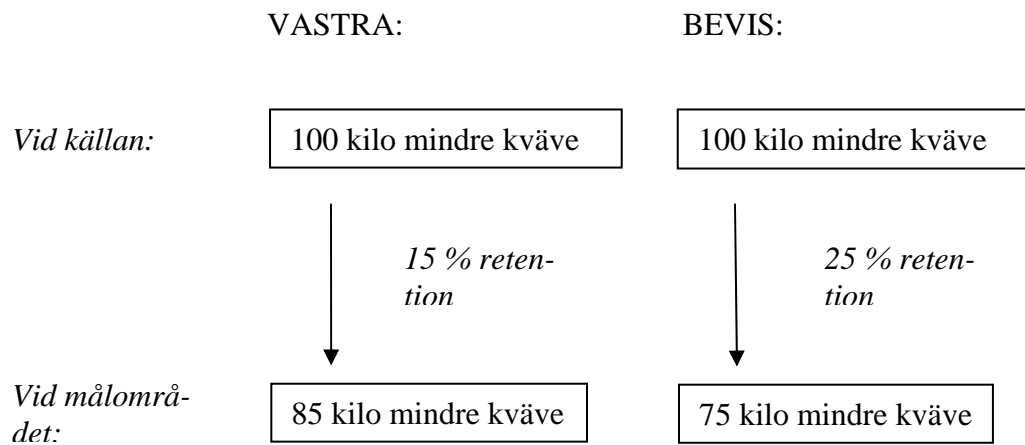
ANOVA

	<i>fg</i>	<i>KvS</i>	<i>MKv</i>	<i>F</i>	<i>p-värde för F</i>
Regression	1	374,609408	374,6094	0,85314274	0,361069056
Residual	41	18002,8325	439,0935		
Totalt	42	18377,4419			

	<i>Koefficienter</i>	<i>Standardfel</i>	<i>t-kvot</i>	<i>p-värde</i>	<i>Nedre 95%</i>	<i>Övre 95%</i>	<i>Nedre 95,0%</i>	<i>Övre 95,0%</i>
Konstant	38,89114972	3,30614488	11,76329	1,0145E-14	32,21425475	45,56804	32,21425475	45,568045
storlek pe	5,67187E-05	6,1407E-05	0,923657	0,36106906	-6,72945E-05	0,000181	-6,72945E-05	0,0001807

Bilaga 2. Korrektion för skillnader i retention mellan BEVIS-området och VASTRAs pilotområde.

Kostnaden per minskat kilo kväve i målområdet är beroende av (1) hur mycket kväve som måste tas bort vid utsläppskällan, samt (2) hur mycket av kvävet vid utsläppskällan som når målområdet från början. En hög retention innebär att mer kväve måste tas bort vid utsläppskällan för varje given minskning i målområdet. Kostnaden per kilo minskat kväve i målområdet är därmed högre, ju högre retentionen är. I BEVIS-området är den genomsnittliga retentionen 25 %, enligt en uppskattning från de retentionssiffror som används i S&S. I VASTRAs (2006) pilotområde, för vilket kostnadsskattningarna har tagits fram, är retentionen 10 – 20 % (TRK 2007). Nedan tar vi fram en omräkningsfaktor, som kan korrigera för detta. Vi räknar med 15 % retention i VASTRA-området. Figuren visar ett exempel där 100 kilo kväve tas bort vid källan.



Skillnaderna i retention innebär alltså att man, vid varje given ansträngningsnivå, får bort mindre kväve i BEVIS-området än i VASTRA-området. Med våra retentionsantaganden får man för varje given ansträngningsnivå i BEVIS-områdets målområde bort bara ca 88 procent (75/85), jämfört med det man får bort i VASTRA-områdets målområde. Detta innebär att kostnaderna per kilo kväve som ska tas bort blir ca 13 % högre (1/0,88) i BEVIS-området.

Bilaga 3. Nederbördsdata månadsvis för Östhammar, Mariehamn och Åbo 2004 och ett normalår. Källa: SMHI

Östhammar			Mariehamn		Åbo	
DATUM	NBD (mm)	Normal	NBD (mm)	Normal	NBD (mm)	Normal
20040101	27,0	43	41,0	52	32,1	45
20040201	18,3	31	23,5	47	55,2	33
20040301	22,5	30	20,8	51	39,0	34
20040401	25,6	34	23,7	45	10,0	38
20040501	47,9	32	59,2	48	12,2	35
20040601	55,5	42	39,8	48	58,6	43
20040701	87,3	71	92,3	49	118,0	78
20040801	60,4	69	53,6	53	83,9	84
20040901	48,0	62	66,4	47	92,8	72
20041001	68,4	54	31,0	50	31,5	69
20041101	75,2	60	41,0	50	55,0	71
20041201	30,8	49	55,0	51	127,2	59
Helår	566,9	577	547,3	591	715,5	661