



En fallstudie av kustvattenförekomsten

Inre Kungsbackafjorden

En bedömning av åtgärdspotentialen i avrinningsområdet för att minska belastningen av näringsämnen och effekterna av åtgärderna i havet

Text: Elin Ruist¹, Arne Joelsson², Carina Erlandsson¹, Hans Bjuringer², Ingela Isaksson¹, Bo Gustafsson², Markus Klingberg¹

¹ Länsstyrelsen i Västra Götalands län,

² Länsstyrelsen i Hallands län

Innehållsförteckning

1.	Inledning	4
2.	Områdesbeskrivning.....	6
2.1.	Inre Kungsbackafjorden	6
	Hydrografi	6
	Biologi	8
2.2.	Avrinningsområdet.....	11
	Markanvändning.....	11
	Vattendrag	14
3.	Belastning.....	18
	Modellerad belastning	18
	Transport via tillflöden	21
	Avloppsreningsverk.....	22
	Enskilda avlopp	23
	Belastning från atmosfär.....	23
	Källfördelning.....	23
4.	Åtgärder	24
	Områdesavgränsning av fallstudien.....	24
	Vidtagna åtgärder	25
	Planerade åtgärder	25
4.1.	Åtgärder inom jordbruket	26
	Åtgärder för ett minskat kväveläckage från åkermark.....	27
	Åtgärder för ett minskat fosforläckage från åkermark.....	28
	Andra åtgärder	30
4.2.	Våtmark	31
4.3.	Enskilda avlopp	33
4.4.	Avloppsreningsverk.....	34
4.5.	Dagvatten	35
4.6.	Vattenreglering	35
5.	Modellsimuleringar	37
	Åtgärdernas effekt på tillförseln från land.....	38
	Åtgärdernas effekt i kustvattenförekomsten	39
6.	Slutsatser.....	41
7.	Referenser	43

1. Inledning

Inre Kungsbackafjorden är en av de tio kustvattenförekomster i Västerhavet som är högst näringsbelastade från land. Inre Kungsbackafjordens avrinningsområde sträcker sig in i landet i de södra delarna av Västra Götaland och inom projektet representerar förestående fallstudie den norra kuststräckan i Halland och den typ landskap som finns här. Kuststräckan i norra Halland är till skillnad från Bohuskusten mer öppen och har ingen skärgård (figur 1). Samtidigt finns en hel del mellanstora vikar som Kungsbackafjorden och Klosterfjorden som bildar en oregelbunden kuststräcka och är en övergångskaraktär från det skärgårdsbetonade Bohuslän med mer eller mindre innestängda kustvatten och vikar till den öppna kusten i södra Halland och norra Skåne där kustlinjen är relativt rak med större formationer som Laholmsbukten och Skälderviken som har en mer öppen karaktär. Avrinningsområdena till Kungsbackaån (300 km²), Rolfsån (700 km²) och Viskan (2200 km²) är i stor utsträckning av samma karaktär med skog som dominerande markslag och utgör ca 65 % av arealen och endast 10-15 % jordbruksmark. Längre söderut i Himleåns avrinningsområde (201 km²) börjar jordbruket bli än mer intensivt och jordbruksmarken utgör där halva arealen.



Figur 1. Kartan visar hur projektet har hanterat indelningen av kuststräckan efter olika karaktär. Denna fallstudierapport av Inre Kungsbackafjorden (inringad) representerar den norra hallandssträckan

Inre Kungsbackafjorden belastas med ca 620 ton kväve/år och ca 20 ton fosfor/år från land och atmosfärisk deposition. Inre Kungsbackafjorden är en relativt grund bassäng som är något instängd och avgränsas av Onsalahalvön i väst. Landområdet som avvattnas till Inre Kungsbackafjorden är ca 103 100 ha stort och det är i huvudsak Kungsbackaån och Rolfsån som avvattnar avrinningsområdet till inre Kungsbackafjorden.

2. Områdesbeskrivning

2.1. Inre Kungsbackafjorden

Hydrografi

Kungsbackafjorden ligger i en sprickdal som fortsätter norrut och kan följas upp till Göta älvs dalgång. I Inre Kungsbackafjorden finns vidsträckt grundområden och stora delar av fjorden är omgivna av flacka havsstrandängar.

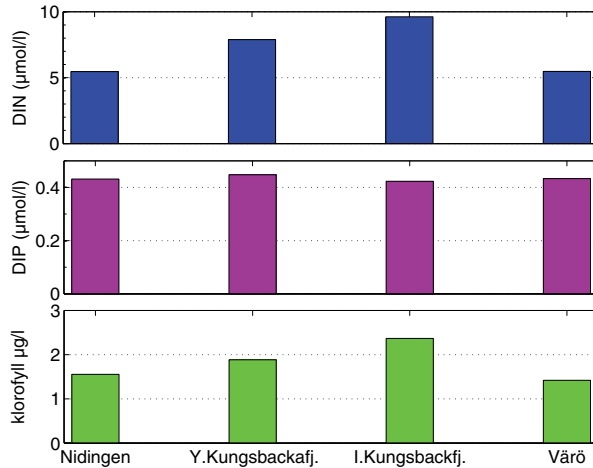
Kungsbackafjorden har ingen tröskel och därmed inget stagnant djupvatten, men vattenutbytet är något begränsat. Maxdjupet är 19 m, medeldjupet ligger på 3 m och volymen mellan 0-10 m utgör över 90 % av den totala volymen som enligt SMHI beräknats till ca 110 km³. Salthaltssprångskiktet i kustvattnet importeras in i fjorden och ligger på ca 15 meters djup, men varierar i vertikalled. Den största delen av vattenutbytet mellan kust- och skärgårdsområdena längs västkusten drivs av densitetsvariationen i kustvattnet (Aure et al. 1996, Björk et al. 2000).

Skiktningen är skarpare i Kattegatt än i Skagerrak och det krävs mer energi för att skapa omblandning i vattenmassan under språngskiktet, vilket bl.a. hämmar syretransporten. Under perioder med lättare vindar då språngskiktet ligger några meter ovan botten kan det tidvis uppstå mycket låga syrekoncentrationer under språngskiktet pga att syret förbrukas vid nedbrytningen av organiskt material.

Tabell 1. Medelvinterkoncentrationen (0-10 m) av oorganiskt löst kväve (DIN) och oorganiskt löst fosfor (DIP) under december till januari. I tabellen anges även längden på observationsserierna och kvoten mellan DIN och DIP (vinter) vid de olika stationerna.

Stationsnamn	Nidingen	Y Kungsbacka	I Kungsbacka	Värö
Kustvattenförekomst	Nm Hallands kustvatten	Yttre Kungsbackafjorden	Inre Kungsbackafjorden	Nm Hallands Kustvatten
Observationsperiod	1993-2007	1993-2007	1993-2007	1993-2007
Vinter DIN/DIP	13	18	23	13

Medelvinterkoncentrationen av oorganiskt löst kväve (DIN) i ytvattnet (0-10 m) är förhöjda i både Yttre och Inre Kungsbackafjorden (figur 4) jämfört med kustvattenstationerna Nidingen och Värö, norr respektive söder om fjorden. Det indikerar en tydlig påverkan på hela fjorden av den lokala landtillförseln av näringsämnen.



Figur 4. Medelkoncentrationen av oorganiska näringsämnen och klorofyll i ytvattnet (0-10m). Översta diagrammet visar DIN (dec-jan), det mellersta visar DIP (dec-jan) och det nedersta visar klorofyll (juni-aug).

Observationsserierna av oorganiskt löst fosfor (DIP) visar att koncentrationen i ytvattnet är relativt lika längs den norra delen av Hallandskusten (figur 4) både inne i fjorden och utanför. När det gäller fosfor i ytvattnet är djupvattnet en dominerande källa varför landtillförseln inte påverkar närsaltshalterna på samma sätt som för kväve. I den mycket grunda inre delen av fjorden har vi inga mätningar och där kan man troligen även se en effekt av fosfortillförseln från land.

DIN/DIP kvoten baserat på vintervärden är strax över 20 för Inre Kungsbackafjorden och strax under för Yttre Kungsbackafjorden men sjunker till ca 13 i kustvattnet utanför (tabell 1). Att kvoten är över 16 indikerar en fosforbegränsad pelagisk vårproduktion inne i fjorden. Maximal tillväxt för makroalger sker vid en högre kvot (30), vilket innebär att de snabbväxande makroalgerna under sommaren i de grundare områdena kan vara kvävebegränsade. De ska dock påpekas att observationsstationerna ligger i djupare delar av Kungsbackafjorden och vi kan därför inte säkerställa näringsstatusen i de grundare områdena.

I figur 4 ses tydligt förhöjda medelkoncentrationer av klorofyll i framförallt inre delen av Kungsbackafjorden som en effekt av de högre koncentrationerna av näringsämnen som diskuterats ovan. Kustvattenstationerna Nidingen och Värö som representerar kustvattnet längs norra Hallandskusten har lägre koncentrationer.

Kungsbackafjorden är ett relativt öppet område med bra vattenomsättning på några dagar enligt SMHI:s kustzonmodell och området är relativt karakteristiskt för norra Hallandskusten. Kungsbackafjorden i dess helhet är belastat med ca 650 ton kväve/år och ca 23 ton fosfor/år från land samt ca 50 ton kväve/år och 0,3 ton fosfor/år som atmosfärisk deposition på havsytan. Kustzonsmodellen visar att fjordsystemet är en kvävesänka genom denitrifikation vilket antyder att Kungsbackafjorden är ett produktivt område belastat med hög sedimentation och till följd av detta hög syrekonsumention. Den totala nettotransporten från Kungsbackafjorden till Nm Hallands kustvatten är ca 600 ton kväve/år och ca 30 ton fosfor/år. Kungsbackafjorden, Klosterfjorden och Balgöarkipelagen har tillsammans en betydande nettotransport av kväve på ca 2500 ton/år till N m Hallands kustvatten (figur 5). Nettotransporten av fosfor är från samma kustvattenförekomster ca 110 ton/år.

Inre Kungsbackafjorden tar emot en nettotransport från land på ca 600 ton kväve/år och ca 20 ton fosfor/år, till detta tillkommer ca 20 ton kväve/år och 0,1 ton fosfor/år som atmosfärisk deposition på den ca 20 km² stora havsytan.



Figur 5. Pilarna illustrerar i grova drag nettotransporten av närsalter från Hallands norra kustvattenförekomster.

Biologi

I Kungsbackafjorden finns vidsträckta grundområden samt två djuprännor, varav den ena är hela 30 meter djup. Det finns ett stort antal öar och skär, varav de största är Malön, Öckerö, Kalvö, Ramnö och Vindö. De grunda havsområdena tjänar som yngelkammare och födosöksområden för många fiskarter, en del stationära, andra rörliga. Många fiskar som på dagen lever på djupare vatten kommer nattetid in till grundområdena för födosök t.ex. makrill, sill, torskfiskar, lax och havsöring. Bottnarna med brunalger utgör lekplats för horngädda. Utanför de grunda bottnarna dominerar ofta mjukbottnar på större djup. Dessa bottnar har ett rikt djurliv med arter som lever mer eller mindre nere i bottensedimentet. Många av dessa arter, t.ex. musslor, snäckor, havsborstmaskar och kräftdjur har stor betydelse som föda för bottenlevande fiskar och spelar en viktig roll i havets ekosystem. Historisk anses fjorden ha utgjort område med lokal torskreproduktion. Fjorden är vandringsstråk för lax och havsöring. I fjordens yttre del finns bestånd av krabba och hummer.

För flera plattfiskarter finns det ett nära samband mellan rekrytering och tillgängliga lämpliga uppväxtområden i form av grunda mjukbottnar utan vegetation. Försämrad tillgång eller förändringar i grundområdena som påverkar livsmiljöns kvalitet kan därför få stora konsekvenser för rekrytering och fiskpopulationers tillväxt och förekomst. En ytterligare betydelsefull livsmiljö för

djurlivet utgörs av ålgräs (*Zostera marina*) och nating (*Ruppia maritima*) som bildar stora ängar på de grunda mjukbottenarna i det aktuella området. En undersökning 1999 visade att de tätaste bestånden av Ålgräs (*Z. marina*) fanns mellan 1-4,5 m djup och plantor förekom ner till 6,5 m djup. I samma undersökning visades att Nating (*R. maritima*) fanns i djupintervallet 0-1 (1,5) m.

De viktigaste hårbottenarna i Inre Kungsbackafjorden finns längs Onsalalandet och runt Kalvö samt Passberg. Vidare finns uppstickande blockåsar i Ulsbäcksbukten. Vegetationen domineras här av blåstång (*Fucus vesiculosus*), tarmtång (*Enteromorpha intestinalis*), sågtång (*Fucus serratus*), kräkel (*Furcellaria lumbricalis*), rödblåd (*Coccolytus truncata*) och grov rödsleke (*Ceramium virgatum*).

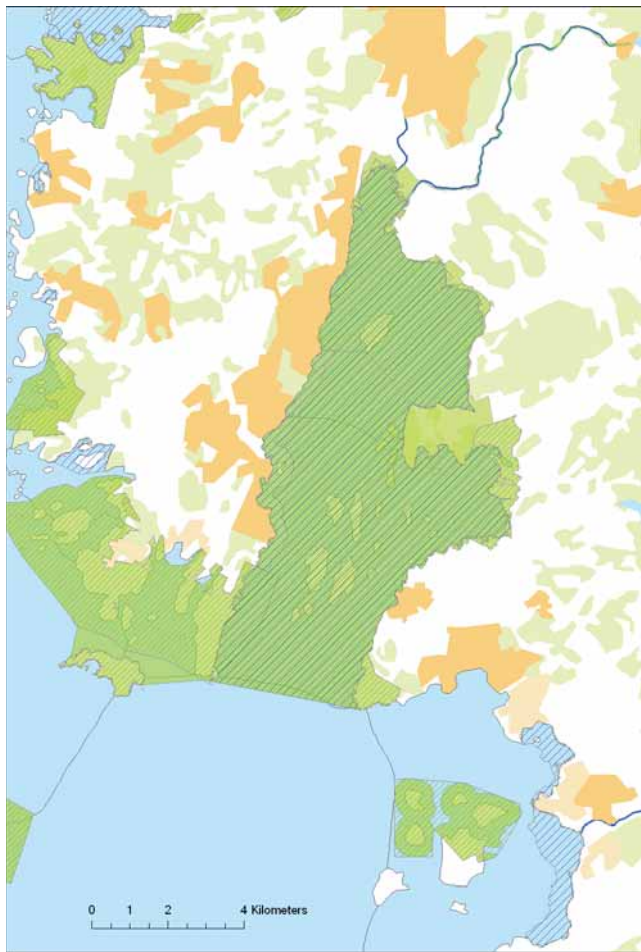
För Hallands län finns ingen kontinuerlig dokumentation av utbredning och förekomst av snabbväxande makroalger i form av årliga flygfotograferingar, vilket genomförs inom ramen för Bohuskustens Vattenvårdsförbund kontrollprogram ”Snabbväxande makroalger”. Det skulle vara önskvärt att utvidga kontrollprogrammet till att omfatta även norra delen av Halland, ner till Varberg. Denna kuststräcka har en liknande karaktär som kuststräckan i Västra Götalands län och skulle därför lämpa sig väl för denna typ av övervakningsprogram.

För det aktuella området i Kungsbackafjorden brukar förekomst av flytande mattor av snabbväxande makroalger i Ulsbäcksbukten samt i området mellan Kalvö och Hanhals rapporteras i perioder med stabil vädersituation under den varma årstiden.

Mjukbottenfauna har provtagits mer eller mindre regelbundet i Kungsbackafjorden sedan 1968 på vissa platser. I mycket grova drag så har situationen för bottenfaunan på de grundaste bottenarna (< 6 m) i Inre Kungsbackafjorden blivit bättre i jämförelse med 1980-talet. Där har förekomsten av små opportunistiska arter minskat och diversiteten ökat. Däremot har situationen för bottenfaunan försämrats på provtagningsstationer som ligger på djup större än 8 m i Inre Kungsbackafjorden. Där finns tecken på försämringar som minskad individstorlek och minskad artdiversitet. Den till svenska vatten införda amerikanska havsborstmasken *Marenzelleria cf viridis* påträffades under 2006 för första gången i inre Kungsbackafjorden. Vid undersökningar av bottenfaunan i området sommaren 2008 noterades låga värden med avseende på antal arter, individtäthet samt biomassa (Göransson, 2009). Dåligt syresatta sediment observerades på flera av de undersökta lokalerna. Sammantaget bedömdes bottenfaunans status i Kungsbackafjorden 2008 som otillfredsställande enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Göransson, 2009).

I området förekommer flera olika överlappande skyddsformer för djur- och växtlivet. Omgivande närliggande kustområde och havsområdet i Kungsbacka är skyddade som Natura 2000-områden enligt både art- och habitatdirektivet samt fågeldirektivet (figur 6). Totalt finns i Kungsbackafjorden 16 djurarter som finns med på listan över arter vars skydd anses ha hög prioritet i EU. Arterna är knutna till området vid reproduktion, övervintring eller rastning under flyttningen. Av dessa arter kan nämnas lax, havsörn, fiskgjuse och kentsk tärna.

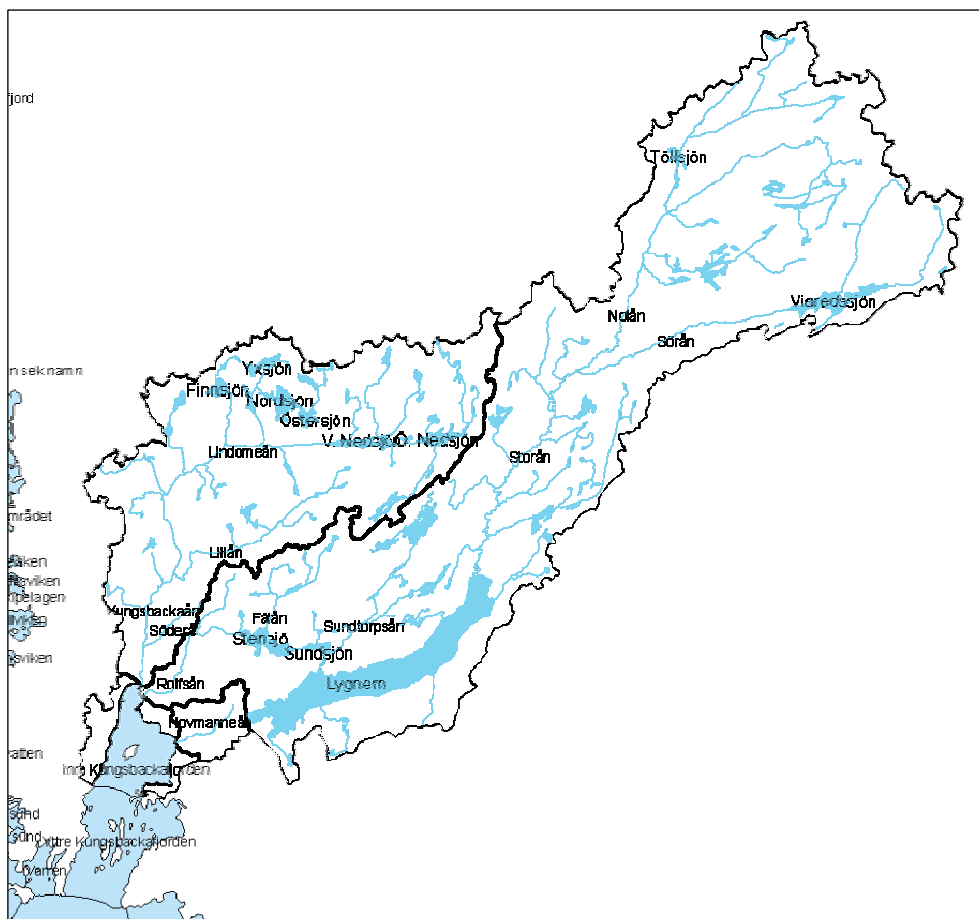
Kungsbackafjordens vattenområde, undantaget del av västra sidan som angränsar till Onsalahalvön samt del av landområde i östra sidan, utgör sedan 2005 ett av Sveriges 19 marina naturreservat. Hela Kungsbackafjorden utgör utöver detta också fiskfredningsområde för lax och öring. Området är även föreslaget att ingå i både HELCOMs (Helsingforskonventionen för Östersjön, där Kattegatt ingår) samt OSPARs (Oslo-Paris konventionen inom Nordostatlanten) nätverk av skyddade områden.



Figur 6. Skyddsområden i Kungsbackafjorden med närmaste omgivning. Ljusgrön markering är områden skyddade enligt art och habitatdirektivet och/eller fågeldirektivet. Ljusbgrön striering markerar området naturreservat samt blå markering fiskfrednings-områden.

2.2. Avrinningsområdet

Området som avvattnas till Inre Kungsbackafjorden sträcker sig nordost in i landet. Från ett slättlandskap med större spannmålsproducerande områden närmast fjorden och orterna Kungsbacka och Onsala i väst, öster ut uppströms sjön Lygnern, (Hallands största sjö) till de skogsdominerande inlandsområdena strax nordväst om Borås. Inre Kungsbackafjorden beräknas ha en total belastning från land på ca 600 ton kväve/år och 20 ton fosfor/år varav ca 90 % av kvävetillförseln och ca 80 % av fosfortillförseln tillkommer via de två vattendragen Kungsbackaån och Rolfsån som avvattnar 97 % av avrinningsområdet (figur 7). Därtill kommer ett mindre vattendrag, Hovmanneån, vars avrinningsområde är helt dominerat av jordbruk, mynnar på östra sidan av inre Kungsbackafjorden.

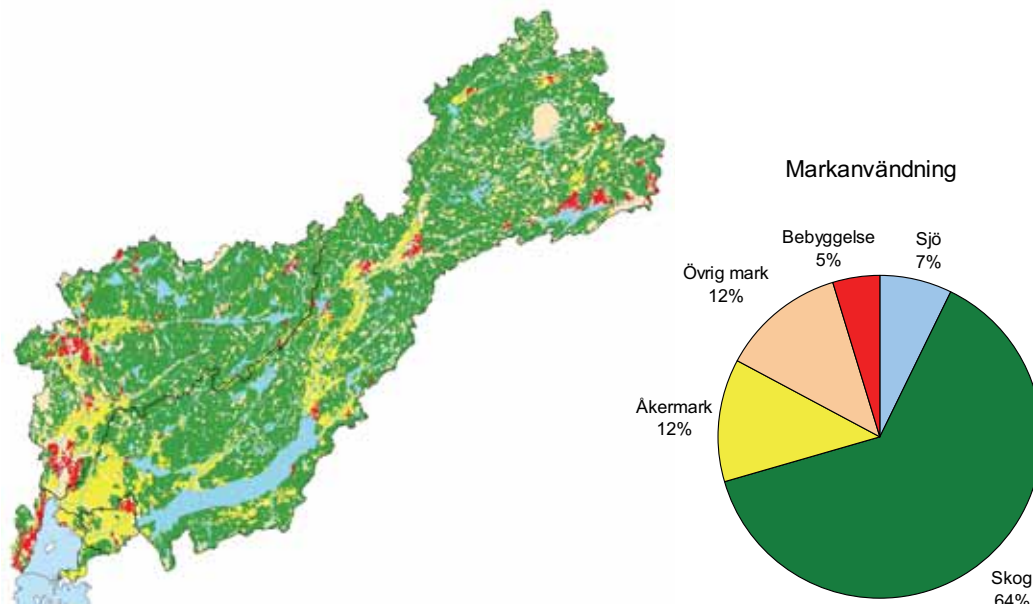


Figur 7. Inre Kungsbackaåns avrinningsområde. Kungsbackaån och Rolfsån avvattnar de två huvudavrinningsområdena. Söder om dessa två ligger Hovmanneån, ett mindre vattendrag.

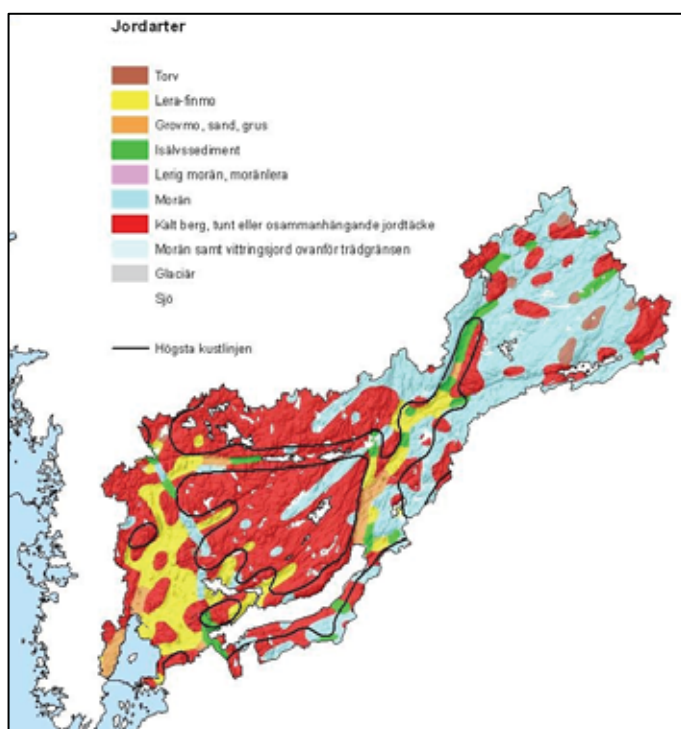
Markanvändning

Skog dominerar avrinningsområdet och utgör 64 % av arealen medan åkermarken står för ca 12 % (figur 8). Sjöandelen i avrinningsområdet är stor och uppgår till 7

%, mycket på grund av den relativt stora sjön Lygnern som har en yta på 31 km². Fem procent av ytan är bebyggd och utgörs av Kungsbacka och orterna Lindome, Anneberg, Bollebygd och de västra delarna av Borås bl.a. (figur 3).



Figur 8. Diagrammet visar fördelningen mellan olika markanvändning i Inre Kungsbackafjordens avrinningsområde. Kartan visar markanvändningen i avrinningsområdet utifrån Lantmäteriets marktäckedata. De tunna svarta linjerna avgränsar avrinningsområdena till Kungsbackaån, Rolfsån och det mindre vattendraget Hovmanneån.



Figur 9. Jordartskarta över Inre Kungsbackafjordens avrinningsområde, samt högsta kustlinjen.

Jordtäcktet är mestadels tunt i de högre belägna delarna av

avrinningsområdet, och i dalarna längs vattendragen finns sedimentära avlagringar av lera och finmo (figur 9). Fjärås Bräcka som ligger väster om sjön Lygnern utgör ett undantag. Höjdryggen är en ändmorän som är uppbyggd av lera och morän och har en mäktighet på ca 70 m. I de östligaste delarna av avrinningsområdet dominerar morän.

Jordbruk

Totalt finns ca 12 500 ha åkermark i avrinningsområdet till Inre Kungsbackafjorden. Åkermarken dominerar arealerna på kustslätten och längs Rolfsån och Kungsbackaån. Jordbruksdriftens inriktning på slätten närmast kusten skiljer sig från de inre delarna av avrinningsområdet. På slätten kring Kungsbacka och väster om Fjärås karakteriseras växtodlingen av höst- och vårsäd och en mindre andel vall. Djurhållningen består till en tredjedel av nötkreatur och en tredjedel av svin, resten av djuren utgörs av häst, kyckling m m. I den del av området som ligger i Kungsbacka kommun finns ca 900 hästar. Särskilt kring Kungsbacka och Lindome finns ett stort antal hästgårdar. Inom Rolfsåns avrinningsområde uppströms Lygnern är jordbruket främst inriktat på vallodling med en mindre del spannmål. Djurhållningen består främst av nötkreatur för mjölk- och köttproduktion. Här är jordbruket mer småskaligt och koncentrerat till dalgångarna längs Storån med biflöden.

Skogsbruk

Två tredjedelar av avrinningsområdet består av skogsmark. I områden med berghällar och tunt jordtäckte närmast kusten dominerar blandskog av löv- och barrträd och skogsbruket är jämförelsevis extensivt. I övriga delar av avrinningsområdet är gran det vanligaste trädslaget och här drivs ett normalt produktionsskogsbruk. Liksom i övriga Västsverige har vinterstormarna under senare år orsakat stora skador på skogsbestånden. Dagens skogsbrukmetoder kan påverka vattenkvaliteten på ett negativt sätt (figur 10). Näringsförlusterna kan under hyggesfasen komma upp i samma nivå som från åkermark. Däremot är datamaterialet otillräckligt för att göra en kvantitativ bedömning av den växtnäringstillförsel som beror av skogsbruksåtgärderna.



Figur 10. Avverkning och virkestransporter med åtföljande erosion väster om Fjärås, 2008. Foto: Arne Joelsson.

Översvämningar

Det är ett återkommande problem med översvämningar invid Kungsbackaån och dess biflöden (figur 11). Det finns marker i anslutning till vattendragen som står under vatten under långa perioder. Näringsförlusterna från t.ex. översvämmad åkermark är vid sådana tillfällen troligen betydande.



Figur 11. Höga vattenflöden och översvämmad mark i Kungsbackaåns biflöde Lillån, något som ofta förekommer i området. Foto: Elin Ruist.

Vattendrag

Kungsbackaån

Kungsbackaån har ett avrinningsområde på ca 30 000 ha med en sjöprocent på nära 7 %, medelflödet i ån ligger på ca 7 m³/s. Åns källflöden ligger i Härryda och Marks kommuner som är ett skogdominerat område med tunt jordlager och ett flertal näringsfattiga sjöar: Östra och Västra Ingsjön, Finnsjön, Yxsjön, Nordsjön och Östersjön. En stor andel av området här utgörs av moss- och myrmarker vilket gör många av sjöarna humusrika (Kungsbackaåns vattenvårdsförbund, 2007). I utloppet av Västra Ingsjön ligger totalkvävehalterna kring 0,5-0,6 mg/l och totalfosforhalterna på kring 10 µg/l. Här har vi en ökande trend av fosfortransporten (Kungsbackaåns vattenvårdsförbund årsrapport 2007). Efter Västra Ingsjön heter ån Lindomeån och rinner genom ett jordbruksområde öster om orten Lindome och byter sedan namn till Kungsbackaån vid Lindome. Ån rinner därefter söderut genom bördiga jordbruksområden över lerslätten mot Kungsbackafjorden.

Ett flertal tillflöden tillkommer varav Lillån är det mest betydelsefulla och mycket påverkat av näringsämnen. Totalfosforhalterna ligger här på mellan 30-50 µg/l. Det finns bl.a. ett stort antal enskilda avlopp i Lillåns avrinningsområde. Vid Ryared rinner Lillån förbi ett sågverk med timmerupplag där hanteringen sker i mycket nära anslutning till vattendraget. Tillskottet av näringsämnen från sågverket är inte klarlagt och ett kontrollprogram startade 2008 med tre provtagningar per år. De två provtagningar som finns hittills visar på att halten av totalfosfor fördubblas när vattnet passerar industrin, även halten organiskt material och fenoler ökade

väsentligt. Det kan också vara en källa till andra ämnen som är negativa ur vattenvårdssynpunkt.

Längre nedströms inne i Kungsbacka tätort tillkommer tillflödet Söderå till Kungsbackaån. Söderå är ett mindre vattendrag som är en s.k. bifurkation (förbindelse) mellan Rolfsån och Kungsbackaån. Inom avrinningsområdet finns en golfbana. Söderå har de högsta halterna av fosfor i hela åsystemet med halter upp emot 100 µg/l.

Halterna vid utloppet av Kungsbackaån vid mätpunkten strax ovan Hammargård avloppsreningsverk ligger kring 35 µg P/l och ca 0,75 mg N/l (Kungsbackaåns vattenvårdsförbund årsrapport 2007). Generellt har halterna av totalkväve och totalfosfor minskat något på de flesta stationer och det finns även en viss minskande trend av fosfortransporten sedan början på 2000-talet. Enligt vattenvårdsförbundets årsrapport 2007 har transporten av fosfor minskat proportionellt mer än minskningen i vattenförling. Kvävetransporten ligger sedan fem år tillbaks på en lägre nivå än vad den gjorde åren kring millennieskiftet då den låg på över 250 ton/år. För närvarande mäts bara totalkväve, totalfosfor samt nitratkväve som utgör ungefär hälften av totalkvävet. Vattenkemidata från början av 1990-talet för Kungsbackaån anger att ammoniumkväve utgjorde 5 % av totalkvävet, fosfatfosfor utgjorde 40 % av totalfosfor och att den partikulära fraktionen utgjorde hälften av totalfosfor (Stibe, skriftlig kommunikation).

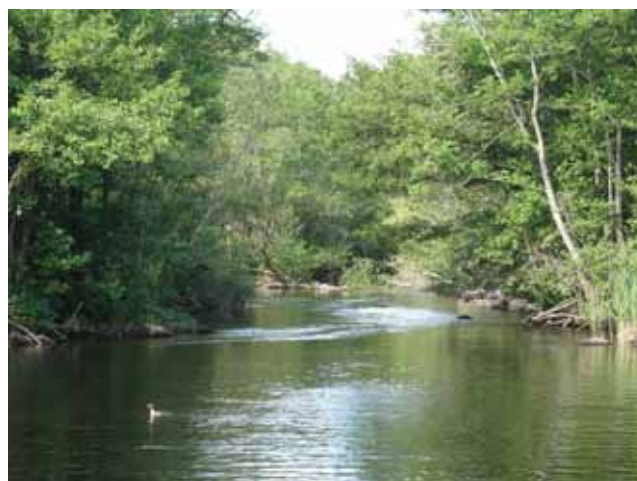
Kungsbackaån har återkommande problem med översvämning på ett antal ställen, särskilt inne i Kungsbacka tätort men även längre upp i systemet där vissa områden står under vatten under långa perioder troligtvis med näringsförluster från marken som följd.



Figur 12. Kungsbackaån inne i Kungsbacka. Foto: Anders Gustafsson.

Rolfsån

Rolfsån har ett avrinningsområde på ca 70 000 ha och har de senaste åren haft ett medelflöde på ca 16 m³/s. Vattendragets källområden i skogslandskapet ligger i Bollebygd och Borås kommuner. Via vattendragen Nolån och Sörån avvattnas sjöarna Töllsjön respektive Viaredssjön. Vattendragen förenas och kallas sedan Storån, här finns jordbruksmark koncentrerad längs dalgången. Vattendraget mynnar sedan i sjön Lygnern som är en s.k. sprickdalssjö med branta kanter och ett medeldjup på ca 28 m. Sjön, som är mycket stor, fungerar som ett *naturligt reningsverk* och har en reducerande effekt på fosfor och kväve. Enligt vattendirektivets statusklassning har sjön hög status med avseende på näringsämnen. Den teoretiska omsättningstiden i Lygnern är över tre år. Lygnern är tillsammans med Fjärås Bräcka huvudvattentäkt i Kungsbacka kommun. Efter Lygnern följer sjöarna Sundsjön och Stensjön och i utloppet av Stensjön är halterna relativt låga och medelhalten ligger för de tre senaste åren på ca 9 µg/l för totalfosfor och på ca 0,78 mg/l för totalkväve (Lygnerns vattenvårdsförbund årsrapport 2005, 2006 och 2007). Från Stensjön och till utloppet av Rolfsån stiger sedan halterna något. Det område som ligger nedströms består till stor del av jordbruksmark och är sannolikt en betydande källa till fosfor och kväve. Särskilt halterna av fosfor ökar under denna sträcka från Stensjön och till utloppet i fjorden. Från detta område är transporten av näringsämnen (som är starkt beroende av flödet och varierar kraftigt mellan år) i storleksordningen 30-80 ton kväve och 1,3 - 6,3 ton fosfor. I övervakningsprogrammet ingår endast nitratkväve som delfraktion, och utgör ca 70 % av totalkvävet. Barnabäcken mynnar i Rolfsån strax nedströms Stensjön. Vattendraget avvattnar Barnamossen där en gammal avfallsanläggning ligger.



Figur 13. Fotot till vänster visar Rolfsån vid Hanhals, foto: Arne Joelsson. Fotot till höger visar Rolfsån vid Hjälml, foto: Anna Ek.

Hovmanneån

Fjärås bräcka är den ändmorän som inlandsisen lämnade tvärs över Lygnerns dalgång och dämmer upp sjön till 15 meter över havet vid dess sydvästra ände. Nedanför bräckan har ett mindre vattendrag sina källflöden vid Fjärås samhälle och rinner sedan vidare genom ett flackt jordbrukslandskap och ut i Inre Kungsbackafjorden. Hovmanneåns avrinningsområde är 1 660 ha stort. Kommunen återupptog provtagningen av vattenkvaliteten i Hovmanneån sommaren 2007. Det har visats sig vara mycket höga näringshalter i vattendraget, med anmärkningsvärt höga fosforhalter. Det finns endast sex provtagningstillfällen sedan dess vilka har en medelhalt på ca 0,35 mg/l totalfosfor och ca 2,4 mg/l totalkväve.



Figur 14. Åkermark i nedre delen av Hovmanneåns avrinningsområde, Inre Kungsbackafjorden i bakgrunden. Oktober 2008. Foto: Arne Joelsson.

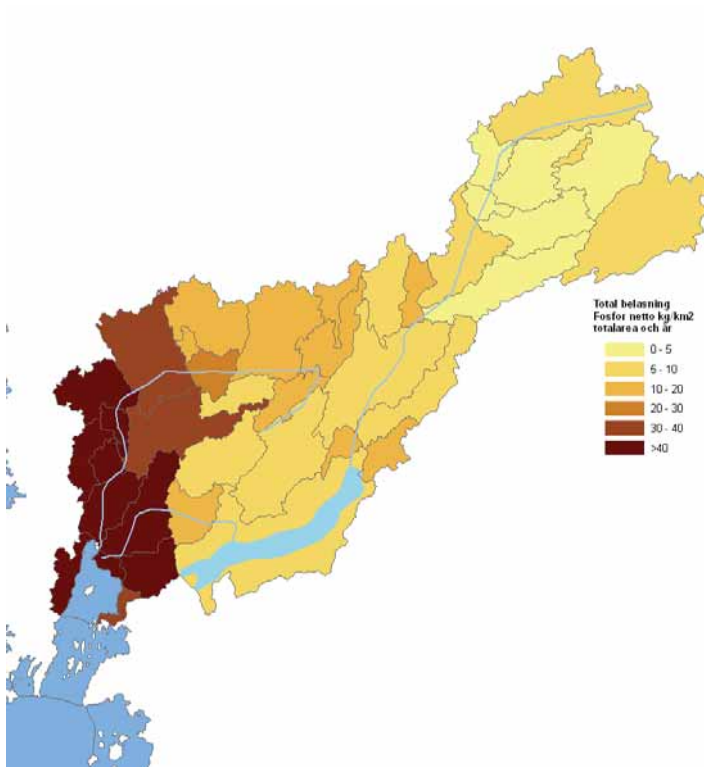
3. Belastning

Modellerad belastning

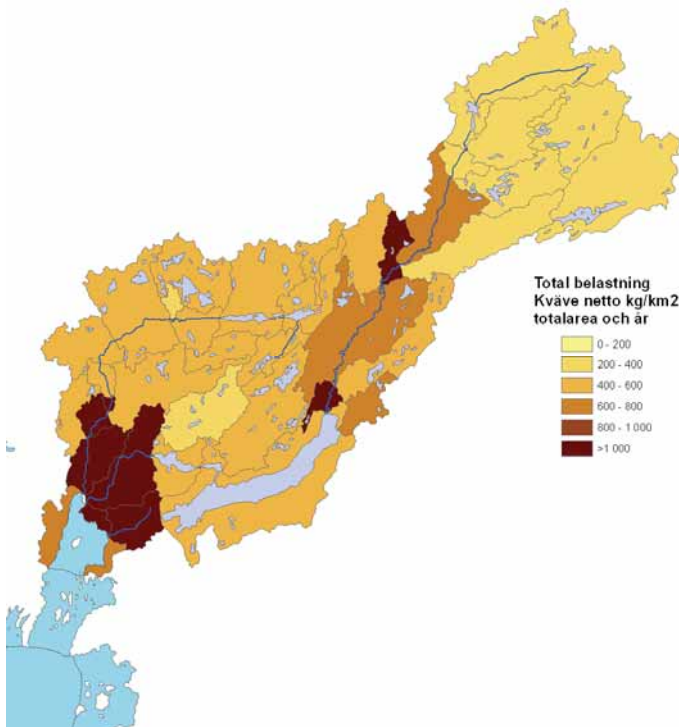
Nettoläckaget av näringsämnen är naturligt högre närmast recipienten där transporten är kortare och retentionen är lägre än i områdena längre uppströms i avrinningsområdet, framförallt uppströms den kustnära sjön Lygnern i Rolfsåns avrinningsområde som ger en mycket kraftig retention av näringsämnen, främst av fosfor. I området är åkermarken koncentrerad till landområdet närmast fjorden och i dalgångarna längs Kungsbackaån och Rolfsån, stora åkerarealer finns bl.a. i Storåns dalgång uppströms Lygnern. Läckagekartorna som visas i figur 15, 16, 17 och 18 bygger på PLC5-data från SMED. Siffrorna är något osäkra att använda för delavrinningsområdesnivå, det är troligt att nettoläckaget uppströms Lygnern är lägre med tanke på den stora effekt sjön har på retentionen.

Nettoläckaget av fosfor är störst i områdena närmast fjorden och norrut, upp längs Kungsbackaåns avrinningsområde (figur 15). Den arealspecifika förlusten till havet ligger som medel för Kungsbackaåns avrinningsområde på 25 kg P/km² år och som medel för Rolfsåns avrinningsområde på 13 kg P/km² år (figur 17). En mycket stor del av den fosfor som belastar Storån och Lygnern fastläggs i sjön och läckaget av fosfor till havet är relativt lågt.

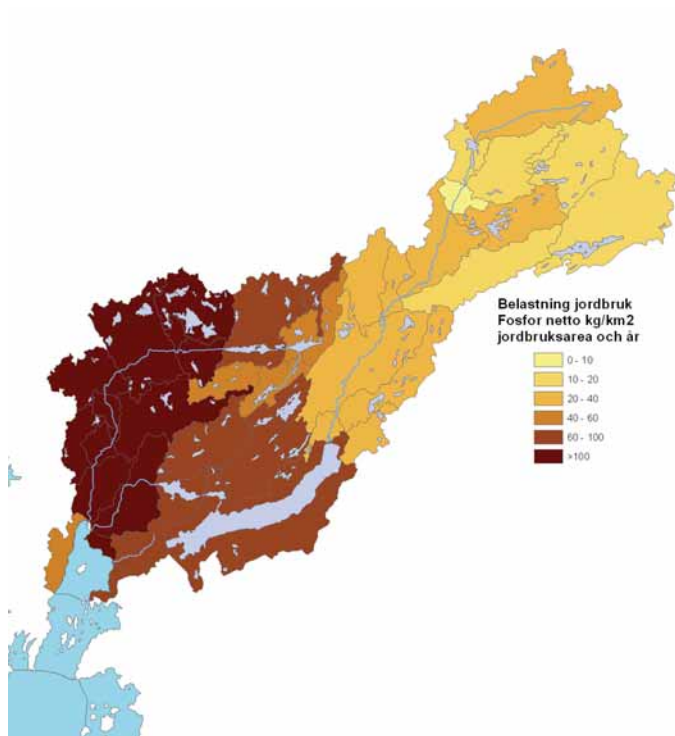
Nettoläckaget av kväve är också högst närmast fjorden men även uppströms Lygnern längs Storåns dalgång (figur 16) och Rolfsån transporterar stora mängder kväve till Kungsbackafjorden, retentionen i Lygnern är mycket lägre för kväve än för fosfor. Nettoläckaget av kväve ligger på 500 kg N/km² år för Kungsbackaåns avrinningsområde och på 580 kg N/km² år för hela Rolfsåns avrinningsområde. Åkermarken läcker mest kväve per ytenhet i Hovmanneåns avrinningsområde men är i övrigt relativt jämnt fördelat i avrinningsområdet i jämförelse med fosforläckaget som tydligt är högre från åkermarken i Kungsbackaåns avrinningsområde (figur 18).



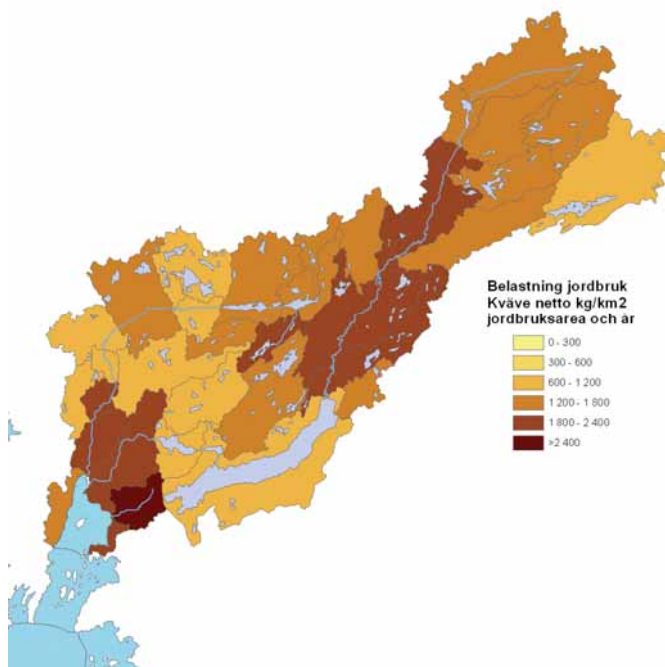
Figur 15. Nettoläckaget av fosfor för olika delavrinningsområden till Inre Kungsbackafjorden.



Figur 16. Nettoläckaget av kväve för olika delavrinningsområden till Inre Kungsbackafjorden.



Figur 17. Nettoläckaget av fosfor från åkermark i delavrinningsområden till Inre Kungsbackafjorden.

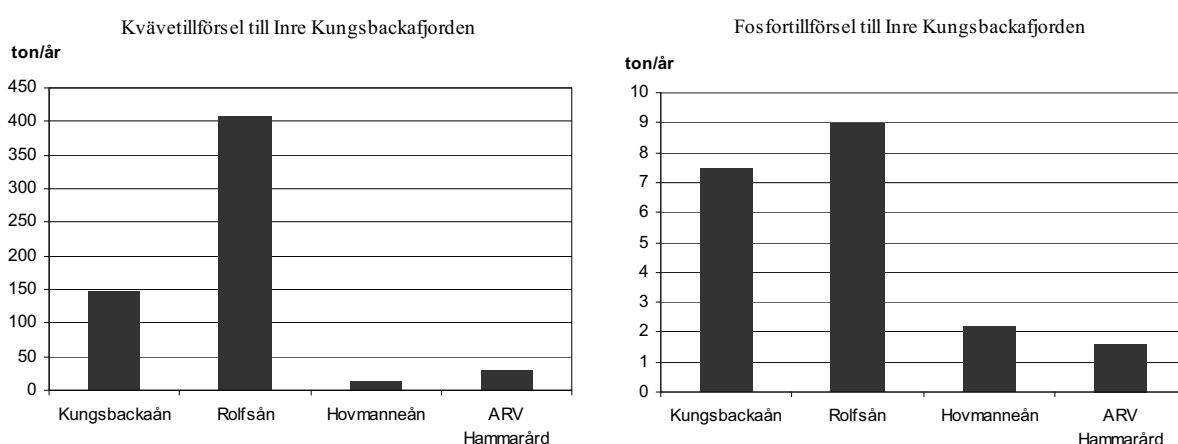


Figur 18. Nettoläckaget av kväve från åkermark för olika delavrinningsområden till Inre Kungsbackafjorden.

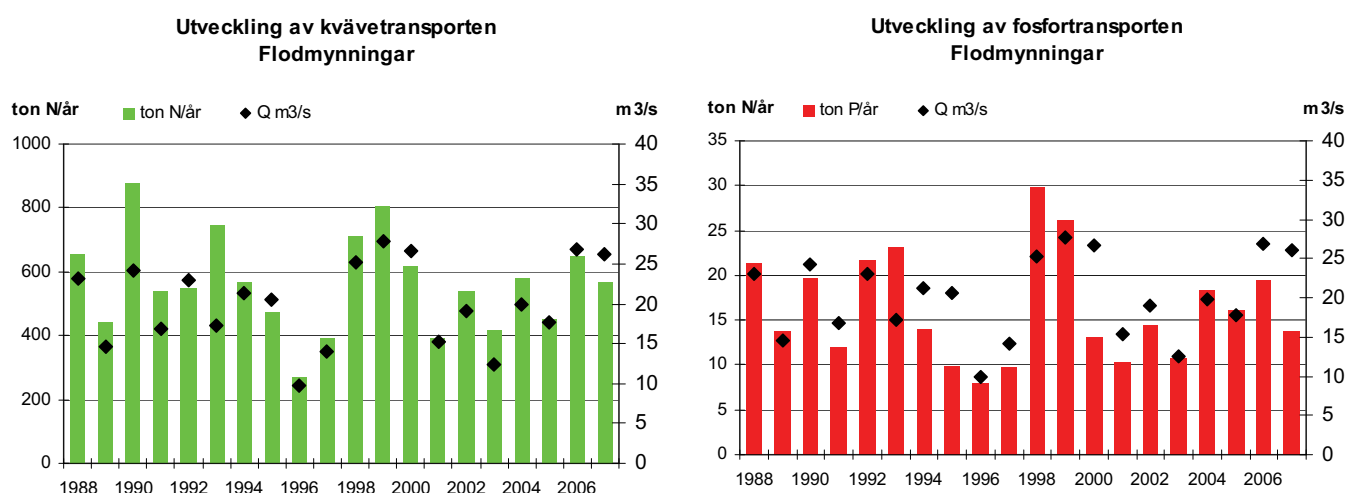
Transport via tillflöden

Kungsbackaån, Rolfsån, Hovmanneån och Hammargårds avloppsreningsverk (ARV) står tillsammans för nästan all belastning till Inre Kungsbackafjorden. Utifrån uppmätta halter i vattendragen och vid Hammargård reningsverk beräknas ca 600 ton kväve och 20 ton fosfor transporteras ut till kustvattenförekomsten varje år (figur 19). Här står vattendragen står för ca 80-90 % av tillförseln. Det är tydligt att framförallt Kungsbackaån står för en mycket stor del av fosforbelastningen i förhållande till sin storlek, halterna av fosfor är mycket höga medan de är låga i Rolfsån.

Den modellerade belastningen som enligt HOME-vatten ligger på ca 580 ton kväve och ca 20 ton fosfor från land varje år stämmer väl överens med transporterna i tillrinnande vatten beräknat utifrån uppmätta halter.



Figur 19. Näringstillförsel av fosfor och kväve till Inre Kungsbackafjorden från de tillrinnande vattendragen samt punktkällan Hammargårds avloppsreningsverk (för året 2005). För vattendragen är transporten beräknad utifrån ett medelvärde för 2005-2007 utifrån mätdata. Underlaget för beräkning av näringstransporten i Hovmanneån är bristfällig, men transporten är troligtvis betydande. Totalt är belastningen från dessa källor 600 ton N/år och 20 ton P/år.



Figur 20. Diagrammen beskriver utvecklingen av kväve- (t.v.) och fosforbelastningen (t.h.) i de två stora åarna Kungsbackaån och Rolfsån sedan slutet av 1980-talet.

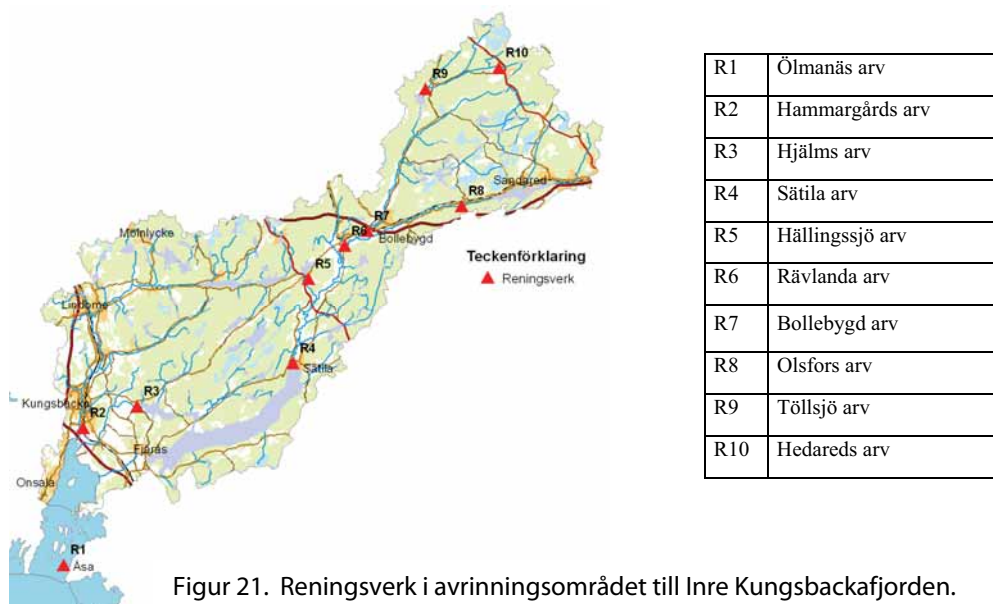
Kommunen började relativt nyss med provtagning i Hovmanneån fyra gånger per år med start sommaren 2007, mätdata för Hovmanneån är därför i nuläget bristfällig. Utifrån fyra mättillfällen under ett år med en uppskattad säsongsvarierande vattenföring med ett medelvärde på 0,2 m³/s (i samråd med Anders Gustavsson på Kungsbacka kommun) ger detta beräknade transporter på 2,2 ton P/år och 13,1 ton N/år (figur 19). Om detta grundar sig på rimliga antaganden är detta en betydande transport till fjorden av framförallt fosfor.

Kungsbackaån och Rolfsån har en mätserie som börjar 1988. Det finns ingen tydlig trend för de senaste tjugo årens utveckling av kväve- och fosfortransporter till Inre Kungsbackafjorden (figur 20) även om flera delsträckor har minskande trender åtminstone de senare åren. Av kvävetransporten i dessa två vattendrag utgörs nära 70 % av nitrat-N, däremot finns ingen mätdata för fosforfraktioner.

Avloppsreningsverk

Hammargårds avloppsreningsverk är det överlägset största avloppsreningsverket i området och ligger strax söder om Kungsbacka med utloppspunkt i Kungsbackaån (R2 i figur 21), men nedströms den provpunkt som transportererna är beräknade på. Till Hammargård är 36 800 personekvivalenter (pe) anslutna och antalet beräknas att öka. Belastningen från verket är, sedan 1998 då kvävereningen förbättrades markant, strax över 30 ton kväve och runt 1,7 ton fosfor per år till Inre Kungsbackafjorden. Verket har en reningseffekt på ca 80 % för kväve och ca 95 % för fosfor vilket är en relativt hög reningegrad. Ungefär 75 % eller mer av slammet som produceras vid Hammargård (ca 7 000 ton) har spridits på jordbruksmark och resten har gått till jordförbättringsmedel.

Inom området för fallstudien finns också flera mindre avloppsreningsverk t.ex. Hjärms avloppsreningsverk (R3) som 240 pe är anslutna till. Verket som ligger vid Rolfsån efter utloppet av Stensjön har en belastning per år på i storleksordningen 140 kg kväve och 10 kg fosfor (Lygnerns vattenvårdsförbund årsrapport 2005, 2006 och 2007). Uppströms Lygnern finns ett större antal mindre reningsverk, varav de av störst betydelse ligger i Bollebygd (R7), Rävlanda (R6) och Sättila (R4). Samtliga tre har en belastning på mindre än 10 ton kväve och 70 kg fosfor. Dessa mindre reningsverk har en sämre rening av kväve jämfört med de större verken.



Figur 21. Reningsverk i avrinningsområdet till Inre Kungsbackafjorden. Hammargårds reningsverk (R2) är betydligt större än övriga.

Enskilda avlopp

Ca två tredjedelar av befolkningen är anslutna till kommunalt avlopp. Det finns ca 10 100 fastigheter med enskilt avlopp i avrinningsområdet och ca 2 700 av dess tillhör fritidshus som inte nyttjas hela året. Enskilda avlopp och jordbruket är de största källorna till närsaltstransporten från de nedre delarna av Kungsbackaåns avrinningsområde.

Belastning från atmosfär

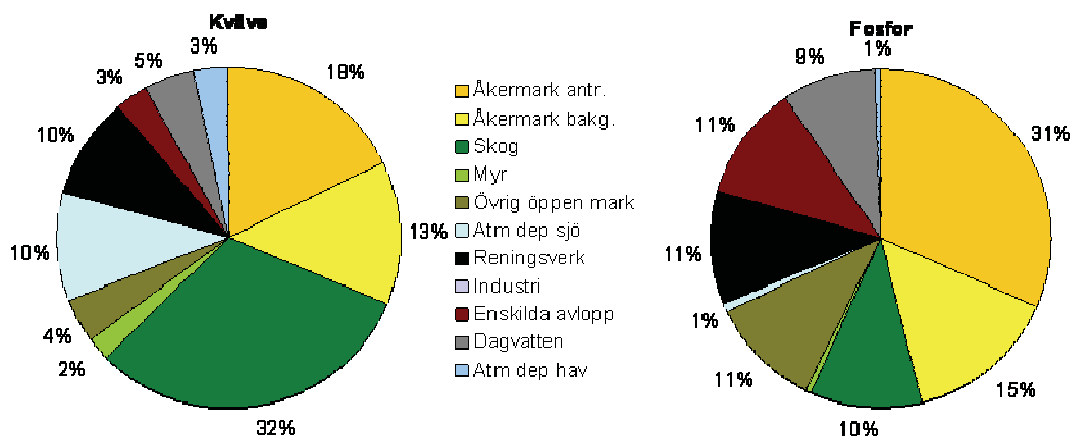
Nettobelastningen av atmosfärisk deposition till Inre Kungsbackafjorden uppgår till nära 90 ton kväve/år och utgör 13 % av den totala nettobelastningen av kväve till kustvattenförekomsten (figur 22). Den allra största delen består av nedfall på sjötytor, framförallt på Lygnern. Till stor del beror kvävedepositionen på biltrafikens och sjöfartens utsläpp av kväveoxider utanför Sverige, främst i nordvästra Europa. Depositionen beror också på utsläppen som sker inom landet på en mer lokal skala, där ammoniakutsläppen inom djurhållningen är den största källan men också energiförsörjning, industri och transporter utgör en viss del.

Källfördelning

Källfördelningen av Inre Kungsbackafjordens nettobelastning av fosfor och kväve redovisas i figur 22.

Kvävet kommer till ungefär lika stora delar från skog och jordbruk och utgör tillsammans ungefär 2/3 av kvävebelastningen. Det är ungefär en femtedel av kvävet som orsakas av antropogen påverkan på jordbruksmark. Den atmosfäriska depositionen på sjötytor och havsyta utgör 13 % av kvävebelastningen och en tiondel kommer från avloppsreningsverk. Ungefär hälften av kvävebelastningen från land till Inre Kungsbackafjorden är av antropogent ursprung, där inräknad den atmosfäriska depositionen på sjötytor vilket i detta område är en betydande mängd då andelen sjöyta är stor. Belastningen av den atmosfäriska depositionen på marktytor hanteras däremot som bakgrundsbelastningen från de olika marktyperna i modellen.

När det gäller fosfor står jordbruket står för en större del av belastningen, nära halva nettobelastningen. Ungefär en tredjedel av fosforläckaget orsakas av antropogen påverkan på jordbruksmark. Reningsverk, enskilda avlopp och dagvatten står alla för ungefär en tiondel vardera av fosforbelastningen på Inre Kungsbackafjorden. Ungefär 65 % av fosforbelastningen från land till Inre Kungsbackafjorden är av antropogent ursprung.



Figur 22. Källfördelningen av nettobelastningen av kväve och fosfor till Inre Kungsbackafjorden (HOME-vatten).

4. Åtgärder

Områdesavgränsning av fallstudien

Närområdet till Inre Kungsbackafjorden bedöms vara den del av avrinningsområdet som står för störst belastning med avseende på näringsämnen. Det korta avståndet till mynningen i havet och avsaknaden av sjöar innebär en låg retention av näringsämnen. Rolfsåns avrinningsområde uppströms Stensjön har jämförelsevis en lägre näringsbelastning på kustvattenförekomsten. I den preliminära klassningen av vattendraget har denna rinnsträcka hög status med avseende på näringsämnen. Åtgärder uppströms Lygnern bedöms ge en jämförelsevis lägre effekt i havet p.g.a. hög retention i sjön och är då mindre kostnadseffektiv. För denna fallstudie begränsas därför de föreslagna åtgärderna till Inre Kungsbackafjordens avrinningsområde bortsett från den del av Rolfsåns avrinningsområde som ligger uppströms utloppet av Stensjö, den sjö som ligger längst nedströms i Lygnerns förlängda sjösystem. Området som åtgärdsförslagen är begränsade till (figur 23) är ca 36 800 ha stort och här ligger den större delen av jordbruksmarken, ca 5 600 ha som till stor del utgörs av spannmålsodling närmast fjorden. Området ligger inom Härryda, Mölndal, Mark och Kungsbacka kommuner och det bor ca 41 000 invånare i detta område.

Åtgärderna har till viss del fokuserats på området som ligger inom Kungsbacka kommun, dels utifrån projektets förutsättningar och dels då det är detta område som ligger närmast recipienten och därför har störst relativ betydelse för belastningen. Men även åtgärder inom de övriga kommunerna och i hela avrinningsområdet till Inre Kungsbackafjorden är viktiga för att uppnå en bättre havsmiljö.



Figur 23. Området som är infärgat är det område som åtgärderna i kommande avsnitt fokuserar på, d.v.s. avrinningsområdet till Inre Kungsbackafjorden bortsett från området uppströms Stensjöns utlopp i Rolfsåns avrinningsområde.

Jordbruksmarken utgör ca 15 % medan skogen dominerar och utgör ca 60 % av arealen. Tätort utgör en relativt stor del med ca 7 %. Sjöandelen ligger på 5 % och sjöarna är belägna längst upp i Kungsbackaåns källområden.

Vidtagna åtgärder

Sedan februari 2008 finns det för Kungsbacka kommun lokala delmål till miljömålen och Ingen övergödning är ett prioriterat mål för Kungsbacka kommuns miljö- och hälsoskyddsförvaltning. Miljömålen anger bl.a. att:

- Utsläpp övergödande ämnen från enskilda avlopp, reningsverk, jordbruk och trafik ska minska i relation till 2006 års utsläpp.
- En prioritering av åtgärder för utsläpp av näringsämnen ska göras utifrån de källor som har störst påverkan på Kungsbackafjordens ekologiska status.
- Kustnära vatten, som t.ex. Kungsbackafjorden ska ha god ekologisk status.
- Antalet våtmarker ska öka.

Förvaltningen för miljö- och hälsoskydd påbörjade en avloppsinventering 1996 för att kartlägga enskilda avlopp och bedriva uppsökande verksamhet för att åtgärda avlopp av dålig standard i ett antal utvalda område, bl.a. Rolfsåns och Lillåns avrinningsområden.

Under senare år har en rad miljöförbättringar skett i jordbruksdriften. Kraven på spridningsareal i förhållande till djurantal och stallgödselproduktion har ökat samtidigt som miljötillsynen och den s.k. tvärvillkorskontrollen har skärpts. Arealen skyddszon uppgår till 28 ha och arealen fånggröda till 94 ha. Förändringarna under 2008 har verkat i motsatt riktning. För Halland som helhet gäller att kraftigt höjda priser på spannmål har medfört att arealen stråsäd och andra ettåriga grödor ökat medan arealen vall och träda har minskat i motsvarande grad. Förändrade miljöersättningsregler i jordbruket har bidragit till att arealen fånggröda och vårbearbetning har minskat med 25 % och att skyddszonsarealen nästan har halverats.

Planerade åtgärder

Följande planerade åtgärder syftar på avrinningsområdet inom Kungsbacka kommun.

Hjälms ARV planeras att lägga ned och ska kopplas till Hammargård ARV, detta kommer sannolikt att ske under 2009 eller 2010. Det innebär att belastningen på Rolfsån minskar från de 240 pe som belastar Hjälms ARV, samtidigt som reningsgraden ökar något då Hammargårds verk har en högre reningsgrad.

Det pågår ett arbete med att ansluta fastigheter i Myra och Gödestad-Hjälms till det kommunala avlopps nätet. Det rör sig om ca 65 enskilda avlopp i Myra och ca 85 enskilda avlopp i Gödestad-Hjälms, ca 25 % av anslutningarna gäller fastigheter som ännu inte är bebyggda.

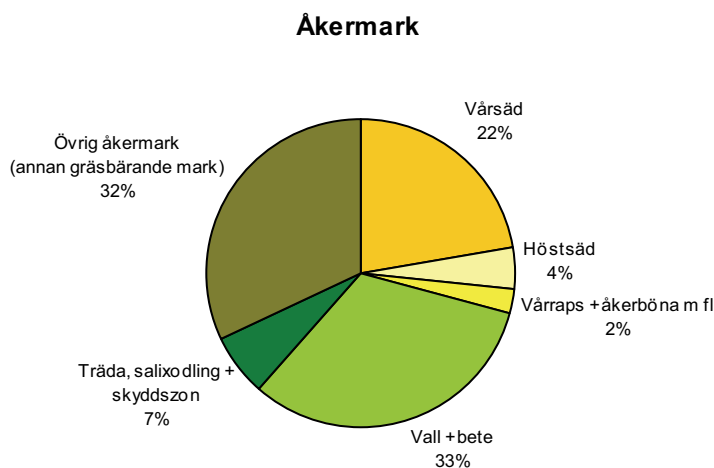
Kungsbacka kommun prioriterar framförallt att bygga ut det kommunala VA-nätet för att ansluta enskilda avlopp. För närvarande är det området Onsalahalvön och norrut längs kuststräckan mot Kullavik som fokus ligger på när det gäller att ansluta enskilda avlopp till det kommunala ledningsnätet i Kungsbacka kommun, vilket ligger utanför fallstudieområdet. Dels ska ett nytt avloppsreningsverk byggas i Lerkil och samtidigt ska avloppsreningsverket i Kullavik byggas ut. Ett antal hushåll som i dag är kopplade till Hammargårds ARV och således har Inre Kungsbackafjorden som recipient, kommer istället att belasta Lerkils ARV på

andra sidan Onsalahalvön. Samtidigt ökar hela tiden belastningen på Hammargårds ARV i takt med att invånarantalet ökar (Anders Gustavsson, muntlig kommunikation).

Det är även viktigt att se över otätheter i VA-nätet för att komma åt inläckande vatten som därmed försämrar reningseffekten på avloppsreningsverket då halterna späds ut. En omställning till kretsloppsanpassad avloppshantering är också något kommunen ser som en viktig åtgärd i framtiden. En annan prioriterad fråga för kommunen är läckaget av näringsämnen från de stora arealerna åkermark som ligger i området närmast fjorden och gödselhanteringen med tanke på de hästtäta områden som finns inom kommunen (Daniel Helsing, muntlig kommunikation).

4.1. Åtgärder inom jordbruket

I det område som har analyserats närmare har åtgärder applicerats på åkermarken i närområdet till Inre Kungsbackafjorden med en sammanlagd areal av 5600 ha varav ca 3800 ha omfattas av gårdsstödet enligt Jordbruksverkets blockdatabas. Vall och vårsäd dominerar och dessutom finns mindre arealer av träda, höstsäd och vårraps. Den del av åkermarken som inte finns med i gårdsstödsregistret har antagits bestå av betesmark på mindre (häst)gårdar, outnyttjad åkermark (igenväxningsmarker) och mark som är föremål för exploatering för annat ändamål än jordbruksproduktion. Utifrån Jordbruksverkets blockdatabas kan arealen av olika grödor beräknas, den del av åkermarken som inte finns med i gårdsstödsregistret är betecknad som övrig åkermark och har antagits vara gräsbärande (figur 24).



Figur 24. Åkermarkens användning i Inre Kungsbackafjordens närområde. Knappt 70 % av åkermarken ingår i gårdsstödet. Resterande areal har betecknats som Övrig åkermark.

Den följande beräkningen av olika åtgärders effekt på kväveläckaget grundar sig på den aktuella åkerarealen 3800 ha och de grödor som odlas inom området enligt uppgifter från Jordbruksverkets blockdatabas.

Uppgifter om djurhållningens omfattning i området har hämtats från Miljö- och Hälsoskyddsnämndens databas för djurskyddstillsyn. Totalt finns motsvarande ca 2630 djurenheter i avrinningsområdet, varav ca en tredjedel vardera är svin, nötkreatur respektive hästar. Antalet hästar i området är betydande och uppgår till närmare 900.

Åtgärder för ett minskat kväveläckage från åkermark

Beräkningarna av kväveutlakningen har utförts med Jordbruksverkets program STANK in MIND som innehåller en utlakningsmodell anpassad till gårdsnivå. Vid beräkningen har hela åkerarealen inom området betraktats som en gård med jordarten måttligt mullhaltig lättlera.

Tabell 2. Åkermarkens användning enligt Jordbruksverkets blockdatabas.

Gröda	Ha
Vårsäd	1247
Höstsäd	251
Vårraps+ åkerböna m fl	139
Vall+ bete	1797
Träda, salixodling+skyddszon	379
Totalt	3813

Två växtföljder har antagits – *Vallväxtföljden*, som antas motsvara gårdar med nötkreatur och hästar och *Spannmålsväxtföljden* som ska motsvara spannmålsgårdar eller gårdar med svin. Vidare antas att den producerade stallgödselmängden från nötkreatur och hästar huvudsakligen har tillförts i vallväxtföljden och stallgödseln från svinen och en mindre mängd nötkreaturgödsel har tillförts till spannmålsväxtföljden. Tidpunkterna för jordbearbetning har antagits vara de samma som för övriga delar av Västsverige. Gödslingen antas överensstämma med de genomsnittsvärden som anges i SCB:s gödselmedelsundersökning (SCB, MI 30 SM0603). Växtföljdernas procentuella fördelning mellan olika grödor redovisas i tabell 3.

Tabell 3. Växtföljdernas andel av olika grödor som antas motsvara djurgårdar respektive spannmålsgårdar.

Växtföljd	Gröda	Fördelning %
Vallväxtföljden	Vall	85 %
	Vårsäd med insädd	15 %
Spannmålsväxtföljden	Vårsäd och våroljevaxter	45 %
	Vall	20 %
	Höstvete	15 %
	Träda	15 %
	Vårsäd med vallinsädd	5 %

Modellen anger grundutlakningen (utlakningen i området för jordar med 20 % ler vid vårsädsodling, normal gödsling, skörd och bearbetning) till 45 kg per ha och år. Beräkningarna visar att kväveutlakningen under ovan angivna förutsättningar uppgår till 52 kg per ha och år från spannmålsväxtföljden och 25 kg per ha från vallväxtföljden. Totalt uppgår kväveutlakningen till ca 150 ton kväve per år från det ca 3800 ha stora området.

En beräkning av kväveutlakningen vid följande förändring av odlingsåtgärderna har utförts:

- Arealen fånggröda med vårbearbetning ökar med 900 ha
- Flytgödseltillförseln före sådd av höstsäd på hösten ersätts med vårgödsling
- Stallgödseltillförseln till vallarna på hösten ersätts med vårgödsling
- Övergången till vårgödsling har kombinerats med lägre handelsgödselgiva
- Vallbrottet senareläggs till november

Inga förändringar i odlingsinriktningen har skett. Förändringarna ovan innebär en jämförelsevis stor omställning för jordbruket, och alla åtgärder är inte möjliga att genomföra på hela arealen. Vårbearbetning på jordar med hög lerhalt innebär t.ex. risk för strukturskador i samband med bearbetning under otjänliga förhållanden.



Figur 25. Ytavrinning efter sen spridning av fastgödsel kan leda till betydande fosforförluster (Lillåns avrinningsområde, slutet av oktober 2008). Foto: Elin Ruist.

Effekt av åtgärder

Beräkningen av kväveutlakningen under de ovan redovisade förutsättningarna ger en sammanlagd minskning av utlakningen på ca 40 ton kväve per år. Huvuddelen av effekten förklaras av fånggrödan och minskad höstbearbetning medan en endast en liten del beror på gödslingen. Skillnaderna i utlakning från vallväxtföljden är små.

Åtgärder för ett minskat fosforläckage från åkermark

Kartläggning för att finna områden med risk för höga fosforförluster

En kartläggning av riskområden för fosforförluster från åkermark behövs för att kunna prioritera åtgärderna till de markområden där risken för framför allt förluster

av fosfor genom ytavrinning är stor. Regelbunden markkartering är en av förutsättningarna för att kunna anpassa fosforgödslingen till fosforinnehållet i marken och grödans fosforbehov. I Kungsbacka kommun är markkarteringsfrekvensen betydligt lägre än i Halland som genomsnitt. Ungefär en femtedel av åkermarken i Kungsbacka har markkarterats under den senast tioårsperioden mot närmare hälften för Hallands län som helhet.

Minska mängden lättlöslig/lättrörlig fosfor på markytan och i matjorden

Genom att anpassa fosforgödsling kan mängden lättlöslig/lättrörlig fosfor minska. En rimlig begränsning av fosfortillförseln är att anpassa gödslingen till Jordbruksverkets riktlinjer för gödsling och kalkning. För den aktuella grödfördelningen innebär detta: ingen fosforgödsling med handelsgödsel, stallgödsel eller andra organiska gödselmedel av åkermark i fosforklass V. Max 10 kg fosfor per ha i fosforklass IV. Stallgödsel som sprids t.ex. efter sista skörd eller avbetning på hösten och inte brukas ned innebär en betydande riskfaktor för fosforutsläpp i samband med hög nederbörd och ytavrinning på fälten. Spridning sent på hösten är idag relativt vanligt förekommande på gårdar med hästar eller nötkreatur där hela eller den helt dominerande delen av arealen utnyttjas för vallodling, vilket det finns gott om i vissa delar av avrinningsområdet. För att minska förlustriskerna bör fosforgödsling med handelsgödsel, stallgödsel eller andra organiska gödselmedel följas av nedbrukning samma dag under tiden den 1 oktober -31 december. Underlag för beräkning av hur mycket fosforutsläppen kommer att minska efter en anpassning av gödslingen saknas.

Minska risken för yterrosion och vattenförorening

Skyddszoner minskar erosion och ytavrinning som leder till höga fosforförluster. Normalt är skyddszonen intill öppna diken och vattendrag 6 meter bred. Den nuvarande skyddszonsarealen uppgår till 28 ha, vilket motsvarar ca 47 km vid en bredd av 6 meter. Den sammanlagda sträckan där åkermark gränsar mot öppna diken och vattendrag uppgår till 146 km. Den potentiella ökningen av skyddszonssträckan är 99 km, men ca hälften av arealen har redan en gröda som, vad avser effekten på vattenkvaliteten kan jämföras med en skyddszon (vall, salixodling, träda, annan gräsbärande mark). Skyddszonsarealen skulle teoretiskt kunna öka med 30 ha. För beräkning av effekt antas följande:

- Fosforbidraget uppgår till 1,4 kg per ha på åkermarken som ligger inom åtgärdsområdet.
- Ytavrinningen svarar för 50 % av fosfortransporten.
- Ytavrinningen härstammar från en areal som är 10 gånger större än skyddszonsarealen.
- Fosforreduktionen är 30 % vid vattnets passage genom skyddszonen.

Ovan angivna antaganden ger en minskning av fosfortillförseln med 105 kg fosfor per år om 30 ha skyddszon anlades. $(30 \text{ ha} * 1,4 \text{ kg/ha}) + (300 \text{ ha} * 1,4 \text{ kg/ha} * 0,5 * 0,3 = 105)$.

Översyn av markavvattningsanläggningar med avseende på funktion och kapacitet kan behövas i de delar av området där ytavrinning förekommer under perioder med höga flöden och ledningarna inte förmår transportera allt vatten. En kartläggning av

erosionsskador och spår av stående vatten på fälten omedelbart före vårbruket kan ligga till grund för bedömning av vilka områden som kan behöva åtgärdas.



Figur 25. Höstbearbetad åker med skyddszon vid längs ett större jordbruksdike i nedre delen av Rofsåns avrinningsområde. Foto: Elin Ruist.

Effekt av åtgärder

Det saknas underlag för en säker beräkning av vilken effekt som olika åtgärder har på fosforförlusternas storlek. Vissa av åtgärderna får dessutom effekt först på sikt. Detta gäller t.ex. effekten av minskad fosforgödsling på uppgödslade jordar. Åtgärdernas effekt är också beroende på var de sätts in. En kartläggning av riskområden för fosforförluster från åker är därför nödvändigt för en kostnadseffektiv insats. Som en grov uppskattning antas bruttobelastningen av fosfor från åkermarken inom det avgränsade området kunna minska med ca 20 %, detta motsvarar 1464 kg.

Andra åtgärder

Tillsynen av jordbruksföretag är mycket viktig och skulle behöva intensifieras i många fall med bl.a. kontroll av avrinning från rastfällor och andra hårt belastade ytor, täthetskontroll av flytgödsel- och urinbehållare och övriga utrymmen för lagring av foder och gödsel.

Genom att rikta rådgivning inom LRFs projekt Greppa Näringen till jordbruksföretag som bedriver verksamhet inom områden där vattendragen har höga fosforhalter och inte uppfyller god ekologisk ytvattenstatus på grund av övergödning finns förutsättningar att få till stånd en rad mindre förbättringar som tillsammans kan medverka till att fosforutsläppen minskar. Det kan gälla både utfodring, gödselhantering och odlingsåtgärder i jordbruket.

4.2. Våtmark

I Halland gjordes i början på 1990-talet en studie av potentiella våtmarker i Hallands län (Wessling 1991). Studien byggde i huvudsak på att genom flygbildstolkning och fältbesök finna lämpliga lägen för närsaltsfällor. I Wesslings inventering togs inte hänsyn till fiskeintressen i vattendrag. Inom projektet har fältbesök gjorts av ett antal av lokalerna som ligger inom fallstudieområdet. I princip så är alla större vattendrag värdefulla ur fiskesynpunkt varför åtgärdsfokus låg på de mindre biflödenas lägen som bifurkationen Söderå och andra biflöden till de större vattendragen. Huvudfårorna i Rolfsån, Kungsbackaån och Lillån uteslöts därmed direkt trots alla potentiella våtmarkslägen där enligt Wessling undersökning.

Det finns ett visst intresse bland markägare som dock inte kommit så långt med sina våtmarksplaner. Vid Söderån inom Kungsbackaåns avrinningsområde ligger en golfklubb där redan ett antal våtmarker är anlagda. Golfklubben har en positiv inställning till att anlägga fler våtmarker.

I de nedre delarna av området är landskapet mycket flackt med stora arealer jordbruksmark. Detta landskap återfinns vi längs hela Hallandskusten och det är mycket svårt eller i princip omöjligt att skapa våtmarker här med dagens stödsystem för EU-bidrag. Områdena är platta, grundvattnet är sänkt 2-3 meter och det är oftast dåligt fall i de diken som är kraftigt förorenade och som avvattnar stora arealer jordbruksmark. För att kunna få till stånd våtmarker kan man som alternativ till dämning istället pumpa vatten till en s.k. vindpumpsvåtmark, ett exempel på våtmark som lämpar sig i slättlandskapet nära kusten. I Hallands län färdigställdes under 2004 ett par våtmarker med vindpumpar. Bägge anläggningarna lyfter vatten ifrån kraftigt förorenade vattendrag. Principen är enkel och bygger på direktverkande bälg- eller skruvpumpar och ger ca 10-30 kubikmeter per timma vid gynnsam vind. Huvudsyftet har varit att gynna mångfalden i områdena men givetvis så nås även stor reningseffekt på det lilla vatten som passerar våtmarkerna. Detta kan vara en åtgärd som lämpar sig bra i kustområdet i den innersta delen av fjorden i kombination med de strandängar som finns där.

Marken ger goda förutsättningar till att anlägga en våtmark efter Hammargårds avloppsreningsverk för efterpolering av vattnet innan det når recipienten, Inre Kungsbackafjorden. Detta är också en tanke som funnits hos kommunen (Helsing, muntlig kommunikation). Denna våtmark skulle sannolikt vara mycket kostnadseffektiv per renat kilo kväve och fosfor då årsmedelhalterna i utgående vatten från Hammargård ligger på 0,9 mg/l för totalfosfor och 12,7 mg/l för totalkväve (Kungsbacka kommun, 2007).

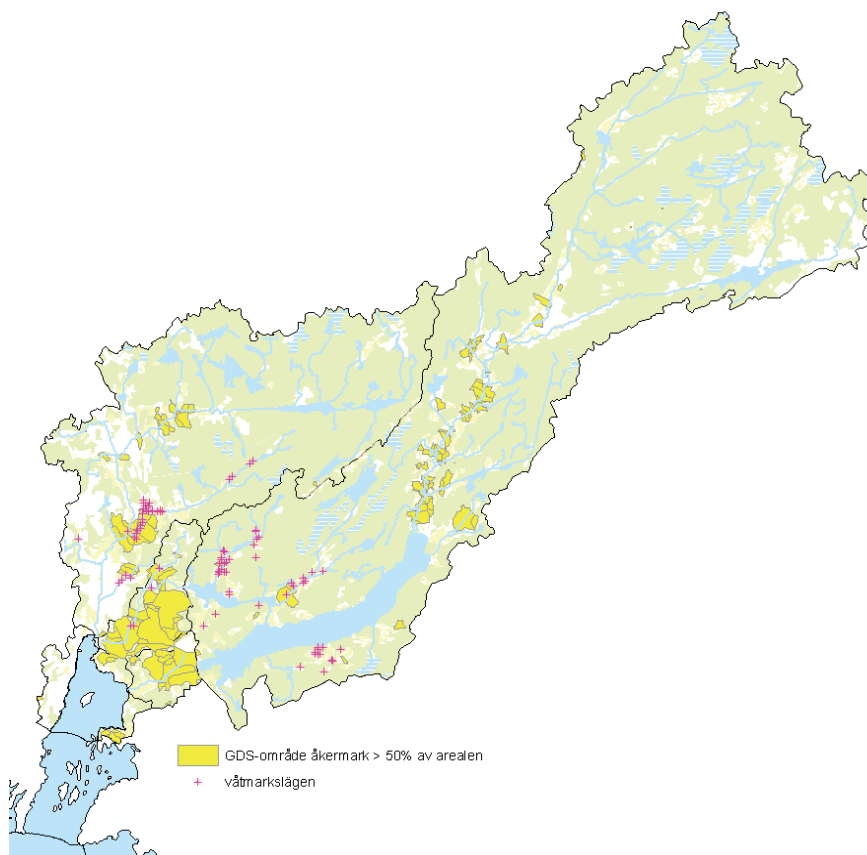
Utifrån fältinventeringen konstateras det att man med stor sannolikhet skulle kunna anlägga ca 10 ha våtmarker som näringsfällor för att minska näringsbelastningen till Inre Kungsbackafjorden. Utöver dessa skulle en våtmark för efterpolering av avloppsvatten från Hammargårds avloppsreningsverk kunna anläggas på ca 10 ha eller mer. Siffrorna förutsätter givetvis markägarnas intresse och att varje objekt genomgår prövning enligt miljöbalken. Lokalerna som angivits i Wesslings studie visade sig stämma väl överens med vad som kan ses som lämpliga och realistiska

lägen för att anlägga våtmark. Det är därför mycket möjligt att många fler lägen går att finna vid mer omfattande fältbesök i området.

Jordbruksmark som ligger mer koncentrerat kan förväntas ge bra förutsättningar för kostnadseffektiva våtmarker då halterna är högre. Med hjälp av ett GIS-verktyg som tar fram mindre avrinningsområden baserade på GSD-höjddata där jordbruksmark utgör mer än 50 % av arealen (figur 19) och anlägger våtmarker på 1 % av den ytan beräknar vi att det i det avgränsade området för fallstudien blir ca 37 ha våtmark. Många av de våtmarkslägen som identifierade av Wessling sammanfaller med den koncentrerade jordbruksmarken, särskilt kring Lillåns nedre delar.

Utifrån de fältinventeringar som gjorts och bedömningarna av potentiella våtmarkslägen är det inte orimligt att anta att 37 ha våtmark är möjligt att anlägga inom det avgränsade området för fallstudien.

Anläggs 37 ha våtmark skulle reduktionen av kväve bli ca 7400 kg/år, beräkningen baseras på att våtmarkerna har en reningseffekt på 5 % (motsvarar 200 kg/ha våtmark och år som rekommendation av Jordbruksverket). För fosfor blir reduktionen 1295 kg/år om man räknar med en reduktion på 25 % och att varje ha våtmark avvattnar 100 ha åkermark som i området har ett medelläckage på 1,4 kg fosfor/ha och år. Resultat från studier av våtmarkers reningseffektivitet varierar kraftigt, i detta fall är reningseffekten räknad relativt lågt.



Figur 27. Kartan visar mindre delavrinningsområden som består av en stor andel jordbruksmark (>50 %), samt de våtmarkslägen som togs fram i Wesslings rapport (1991).

4.3. Enskilda avlopp

Att via kommunerna få uppgifter om enskilda avlopp i avrinningsområdet som skär olika delar av fyra kommuner är förhållandevis tidskrävande. Därför är denna åtgärd koncentrerad på Kungsbacka kommun, där enskilda avlopp bör ha störst relativ betydelse för belastningen från avrinningsområdet då avståndet till recipienten är kort och retentionen är mycket liten med avsaknad av sjöar. Förvaltningen för miljö och hälsoskydd tagit fram antalet enskilda avlopp per delavrinningsområde och även gjort en bedömning av fördelningen mellan olika reningsanläggningar. För det övriga området som åtgärderna är avgränsade till har siffror från statistiska centralbyrån använts där antalet enskilda avlopp finns på delavrinningsområdesnivå samt uppdelat på fritidshus och permanentboende hus. Av de ca 4 200 enskilda avloppen som finns i området hör ca 640 till fritidsfastigheter. Av det totala antalet ligger ca 1 800 enskilda avlopp i Kungsbacka kommun. Belastningen per avlopp har räknats ut enligt tabell 4.

Tabell 4. Underlag för beräkning av den totala belastningen per hushåll.

Belastning från enskilda avlopp till Inre Kungsbackafjorden	Näringsämne	Personläckage g/dygn enligt NV rapport 4425	Personer/ fastighet för avrinningsområdet enligt SCB	Bruksdagar (SMED rapport 1 2006)	Total belastning från ett hushåll kg/år
Fritidshus					
	Kväve	13,5	3	180	7,29
	Fosfor	2,1	3	180	1,134
Permanentbostad					
	Kväve	13,5	3	234	9,477
	Fosfor	2,1	3	234	1,4742

Fördelningen mellan olika reningsanläggningar i Kungsbacka kommun har fått representera hela området (tabell 5), kommunen har sedan en tid tillbaks ett förbud mot slutna tankar. Denna fördelning skiljer sig från den som SMED redovisar genom att andelen avlopp med slamavskiljning (eller raka rör ut i recipient) är 46% och inte motsvarande 26% som SMED anger i sina beräkningar och som ligger till grund för PLC-5-beräkningarna av belastningen från enskilda avlopp (SMHI 2006).

Tabell 5. Miljö- och Hälsoskyddsförvaltningen på Kungsbacka kommun har gett en uppskattning av fördelningen mellan olika reningsanläggningar av enskilda avlopp i kommunen.

	Infiltrationsanläggning (motsvarande eller bättre)	Markbädd	slamavskiljning med stenkista eller raka rör ut i recipient
Fördelning	38 %	16 %	46 %
Reningsgrad för kväve (N) och fosfor (P) (Liss 2003)	79 % N 89 % P	51 % N 69 % P	13 % N 10 % P

Om alla de enskilda avlopp som endast har slamavskiljare och/eller stenkista och ligger inom fallstudiens avgränsningsområde uppgraderas till anläggningar med motsvarande reningsgraden 50 % för kväve och 90 % för fosfor, dvs hög skyddsnivå, ger detta en minskad bruttobelastning på ca 6,6 ton kväve och 2,2 ton fosfor per år.

Den planerade anslutningen av ca 150 enskilda avlopp i Myra och Gödestad-Hjälms till Hammargård ARV (varav ca 40 av dem hör till fastigheter som ännu inte är bebyggda) kommer att innebära en minskad belastning på fjorden. Utifrån den uppskattade fördelningen mellan olika reningsanläggningar i kommunen (tabell 4) och belastning i kg/år per permanentbostad (tabell 1) beräknas belastningen minska med 384 kg kväve och 76 kg fosfor per år då dessa enskilda avlopp ansluts till Hammargårds avloppsreningsverk där reningsgraden ligger på 80 % för kväve och 95 % för fosfor.

4.4. Avloppsreningsverk

Genom att ansluta nuvarande Hjälms ARV till Hammargård ARV kommer reningseffekten att öka. Ett medelvärde för de senaste tre årens belastning från Hjälms ARV ger en belastning på 142 kg kväve/år och 9,9 kg fosfor/år (Lygnerns vattenvårdsförbund årsrapport 2005, 2006 och 2007). Då det inte finns några uppgifter om vattenmängd som lämnar avloppsreningsverket har en uppskattning av den nuvarande reningsgraden gjorts utifrån ingående och utgående halter och reningsgraden antas då vara 60 % för kväve och 70 % för fosfor. Genom att istället leda avloppsvattnet till Hammargård ARV som har en reningsgrad på 80 % för kväve och 95 % för fosfor minskar belastningen med ca 70 kg kväve och 8,3 kg fosfor per år.

Vid Hammargård avloppsreningsverk sker bräddningar sällan eller aldrig enligt Margareta Lundin, utvecklingsingenjör på Hammargårds reningsverk. Från ledningsnätet till Hammargård däremot bräddas volymer på ca 160 000 m³ år 2006 och år 2007 bräddades ca 60 000 m³. En viss del av volymen bräddas till annan recipient än Inre Kungsbackafjorden. Detta skedde främst vid tillfällena med hydraulisk överbelastning år 2007, men driftsstopp var också en betydande orsak till bräddningarna. Halterna i bräddvattnet är ordentligt utspädda enligt Lundin. Däremot i det inkommande vattnet till reningsverket ligger medelhalterna på ca 6 mg P/l och 36 mg N/l (2007), antag att bräddvattnet motsvarar dessa halter utspädda tio gånger. Räknat på en bräddningsmängd av 100 000 m³ skulle det innebära att det ger en belastning på 360 kg kväve och 60 kg fosfor per år. Om man genom tekniska lösningar skulle hålla ett nollutsläpp av bräddvatten från ledningsnätet genom att vattnet t.ex. skulle hållas i ett utjämningsmagasin vid hydraulisk överbelastning som fördröjer transporten till reningsverket tills belastningen minskat skulle utsläppen av näringsämnen minska med ca 290 kg kväve och 55 kg fosfor per år om bräddning sker i samma omfattning som ovan beskrivet.

Att täta avloppsledningsnätet och minska mängden ovidkommande vatten som läcker in i ledningsnätet skulle förutom minskade volymer bräddat vatten vid hydraulisk överbelastning också ge en effektivare rening av avloppsvattnet vid avloppsreningsverket, då koncentrationerna hålls högre.

Utsläppspunkten för Hammargårds avloppsreningsverk skulle kunna ändras från Inre Kungsbackafjorden och det nuvarande utsläppet i Kungsbackaån till en mindre övergödningsskänslig recipient som N m Hallands kustvatten eller Onsala kustvatten genom en dragning till södra delen av Onsalahalvön och ut i havet. Detta är troligen en dyr åtgärd, men skulle ändå kunna vara en viktig åtgärd och tas ändå upp här som ett ytterligare sätt att minska belastningen på Inre Kungsbackafjorden. En sådan åtgärd skulle minska belastningen på kustvattenförekomsten med drygt 30 ton N/år och 1,7 ton P/år.

Det finns ett mindre avloppsreningsverk i Öjersbo som är dimensionerat för upp till 200 pe men som idag belastas av 160 pe, detta ligger i Lillåns avrinningsområde och efter verket ligger en sjö som troligtvis har viss renande effekt på fosfor och kväve. Tyvärr finns inga underlag för att kunna uppskatta belastningen från verket men då det ligger långt uppströms samt har utsläppet i en sjö där en viss retention kan förväntas ske bör nettoeffekten på Inre Kungsbackafjorden vara liten i förhållande till andra källor om än inte obetydlig. Ytterligare ett par mindre reningsverk inom Kungsbackaåns avrinningsområde ligger Hällesåker avloppsreningsverk med 90 pe anslutna och även Ryareds avloppsreningsverk med 36 pe anslutna (Nilsson 2008). Uppgifter om reningsgrad för dessa har inte inhämtats, men det var vanligt att små verk är utrustade på sådant sätt att de har lägre reningseffekt än vad t.ex. Hammargård har. Det kan då vara möjligt att uppgradera dessa för en högre reningsgrad och en lägre belastning på Inre Kungsbackafjorden.

4.5. Dagvatten

Dagvatten står för ca en tiondel av fosforbelastningen och uppgår till strax under 2 ton P/år. Detta är lika mycket som källorna avloppsreningsverk och enskilda avlopp står för. Av kvävebelastningen kommer 5 % från dagvatten och uppgår till ca 30 ton N/år. Den större delen av dagvattnet kommer från Kungsbacka tätort. Rimligtvis går det att reducera denna källa med olika tekniska lösningar för efterbehandling av dagvatten innan vattnet når recipienten. Att t.ex. leda dagvattnet till en våtmark eller möjligen en mer tekniskt utformad reningsdamm skulle kunna minska belastningen från dagvattnet i Kungsbacka stad. Om man antar att en sådan åtgärd skulle kunna minska belastningen från dagvatten med förslagsvis 20 % (för både fosfor och kväve) skulle belastningen i så fall minska med 400 kg fosfor/år och 6 ton kväve/år vilket är betydelsefulla mängder.

4.6. Vattenreglering

Längs Kungsbackaån och i dess biflöden är översvämningar ett problem som innebär ett ökat läckage av näringsämnen men också problem med för höga vattennivåer i Kungsbacka stad, inte minst något stadens invånare fick erfara hösten 2006. Genom att anlägga våtmarker eller dammar på ställen längs vattendraget där vattnet ändå samlas under nederbördsrika perioder eller att t.ex. inrätta avsläntade strandzoner ges ett större utrymme för vattenmassor vid höglöden och översvämningar av omgivande åkermark minskar, det verkar också utjämnande på vattenflödena nedströms. Uppehållstiden ökar vilket ger större

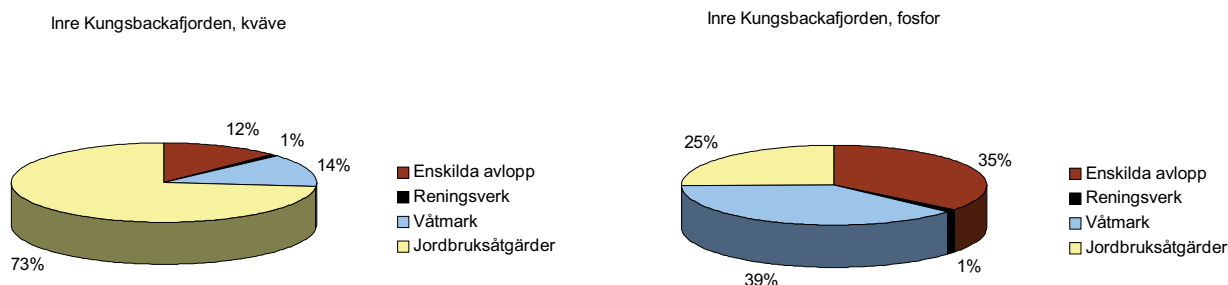
utrymme för de naturliga reningsprocesserna. Det innebär också att vegetation lättare etableras vilket stabiliserar strandkanten och minskar erosionen, vegetationen som tidvis är vattentäkt och fungerar som ett översilningsområde ökar sedimentationen och denitrifikationen.

DHI har 2007 gjort en översvämningssstudie av Kungsbackaån i uppdrag av Kungsbacka kommun för att utreda åtgärder som kan förebygga/begränsa skador vid höga vattennivåer i Kungsbackaån. En av de utredda möjligheterna är att bygga en fördämning vid Alafors som minskar extrema högflöden under 1-2 dygn, detta är dock inte aktuellt enligt förvaltningen för teknik. Vidare i rapporten konstateras också att ”Det finns magasin kapacitet i Lindomeån uppströms Lindome, men för att nyttja dessa krävs en reglering av å-systemet.” Vid en kraftig nederbördssituation är tillflödet mellan Ingsjöarna och Lillån stort och det finns däremellan en rad mindre sjöar som skulle kunna regleras. Att leda vatten via ett delflöde från Kungsbackaån till Rolfsån föreslås också som en åtgärd för att minska problemen med översvämningar. Muddring och rensning av ån, anläggning av damm mot havet som skyddar mot översvämning vid hög havsnivå, invallning andra åtgärder som utreds i studien. Vissa av dessa åtgärder är sannolikt mycket positiva ur en näringsbelastningssynpunkt och skulle sannolikt minska näringstransporterna vid höga vattenflöden. Det kan också minska mängden bräddat vatten som släpps ut vid hydraulisk överbelastning då det finns otätheter på ledningsnäten som läcker in vatten vid kraftiga nederbördsförhållanden och höga vattennivåer.

5. Modellsimuleringar

Sammanfattningsvis ger följande åtgärder, anpassade efter lokala förutsättningar i det avgränsade området uppskattningsvis en reduktion med ca 55 ton kväve och 6,3 ton fosfor till Inre Kungsbackafjorden (figur 28, tabell 6), och utgör åtgärdspaket 1:

- Av enskilda avlopp som enbart har slamavskiljare och/eller stenkista uppgraderas standarden till anläggning med en reningsgrad som motsvarar hög skyddsnivå, d.v.s. 50 % för kväve och 90 % för fosfor.
- 113 befintliga enskilda avlopp ansluts till det kommunala avlopps nätet enligt planer.
- Hjalms avloppsreningsverk ansluts till det större verket Hammargård vilket ger högre reningseffekt.
- Bräddningar från ledningsnätet till Hammargård undviks.
- 37 ha våtmark anläggs inom fallstudiens avgränsningsområde.
- Inom jordbruket införs miljöanpassade åtgärder (för reduktionen av kväve står fånggrödan och reducerad höstbearbetning för den största delen):
 - Arealen fånggröda med vårplöjning ökar.
 - Flytgödseltillförseln före sådd av höstsäd på hösten och stallgödseltillförseln till vallarna på hösten ersätts med vårgödsling som kombineras med lägre handelsgödselgiva.
 - Vallbrottet senareläggs till november.
 - Fosforgödslingen anpassas efter grödans och växtplatsens behov.
 - Fosforgödsling med handelsgödsel, stallgödsel eller andra organiska gödselmedel följs av nedbrukning samma dag under tiden den 1 oktober - 31 december.
 - Skyddszoner inrättas på all åkermark som ligger minst 6 m från vattendrag, vilket innebär en ökning av skyddszonsarealen i området med 30 ha.



Figur 28. Åtgärdernas fördelning mellan olika sektorer för kväve (t.v.) och för fosfor (t.h.).

Genom att dessutom förflytta utsläppspunkten för Hammargård avloppsreningsverk till en annan, mindre övergödningsskänslig kustvattenförekomst, som Nm Hallands Kustvatten minskar belastningen ytterligare med drygt 30 ton N/år och 1,7 ton P/år. Detta kan vara en mycket kostsam åtgärd men som är intressant då den kan ge stor effekt i Kungsbackafjorden. Tillsammans med de ovan beskrivna åtgärderna minskas belastningen med ca 85 ton N/år och ca 8 ton P/år, vilket utgör åtgärdspaket 2.

Åtgärdernas effekt på tillförseln från land

Det är åtgärder av enskilda avlopp och miljöanpassad odling inom jordbruket tillsammans med våtmarker som ger den största reduktionen av näringsämnen. Åtgärdseffekten är beräknad som en minskad bruttobelastning. Var åtgärderna sätts in och belägenheten av t.ex. enskilda avlopp spelar roll för hur stor skillnaden blir mellan den beräknade bruttoeffekten av åtgärderna och den effekt som faktiskt når havet. I allmänhet är retentionen i de kustnära landområdena relativt låg och då åkermarken i denna fallstudie är belägen nära havet många av åtgärderna i huvudsak koncentreras dit är troligtvis retentionen av liten betydelse i detta fall. Var i området de enskilda avloppen ligger har möjligtvis större betydelse, särskilt för fosforreduktionen men då retentionen är mindre än 10 % för fosfor i området (enligt SMED) har detta liten påverkan på den totala reduktionen som bör ses som en uppskattning av åtgärdspotentialen och inte som något exakt beting.

Tabell 6. Specifikation av åtgärdspaket 1 för Inre Kungsbackafjorden.

Åtgärd	Antal	Reduktion kg N/år	Reduktion kg P/år	Procentuell andel av antropogen belastning, kväve	Procentuell andel av antropogen belastning, fosfor
Standard av enskilda avlopp uppgraderas	Ca 720 st	-6400	-2150	2 %	ca 17 %
Ansluta enskilda avlopp till Hammargårds VA-nät	113 st	-380	-75	<1%	<1 %
Ansluta Hjälms ARV till Hammargård ARV		-70	-8	<1 %	<1%
Noll-bräddning från Hammargård ARV		-290	-55	<1 %	<1 %
Anlägga 37 ha våtmark	37 ha	-7400	-1300	2,5 %	10 %
Jordbruk, miljöanpassad odling		-40000	-1500	13 %	Ca 12 %
Summa		Ca 54 500 kg/år	Ca 5 100 kg/år	ca 20 %	ca 40 %

Totalt reducerar åtgärderna belastningen av kväve med ca 54,5 ton vilket motsvarar strax under 20 % av den totala antropogena belastningen av kväve från land till Inre Kungsbackafjorden (nära 10 % av den totala belastningen). Genom åtgärderna reduceras fosforbelastningen med ca 5,1 ton vilket nästan motsvarar 40 % av den totala antropogena belastningen av fosfor från land till Inre Kungsbackafjorden (ca 25 % av den totala belastningen). Detta visar att det är lättare att få en kraftig

reduktion av fosfor än av kväve, där det krävs kraftfullare åtgärder för att minska belastningen från land. Det visar också att det finns goda möjligheter att minska den antropogena belastningen av fosfor och kväve kraftigt.

Åtgärds paket 2 innebär dessutom att avloppsreningsverkets utsläppspunkt flyttas ut till förslagsvis Nm Hallands kustvatten, en mindre övergödningsskänslig recipient som då får en ökad belastning.

Detta tillägg till övriga åtgärder gör att den antropogena belastningen på Inre Kungsbackafjorden minskar med nära 30 % för kväve och drygt 50 % för fosfor. Detta innebär att den totala belastningen minskas med ca 15 % för kväve och ca 35 % för fosfor. Reduktionen av fosfor och kväve sker inte proportionellt till det förhållande mellan fosfor och kväve som den landburna belastningen har, utan mer fosfor reduceras i förhållande till kväve vilket innebär att N/P-kvoten ökar i tillflödet från land vid vidtagna åtgärder.

Åtgärdernas effekt i kustvattenförekomsten

Resultaten av simuleringarna i HOME-Vatten visas i figur 29 och är den förväntade effekt i form av minskade närsaltshalter åtgärderna som uppnås i kustvattenförekomsten vid åtgärds paket 1 respektive åtgärds paket 2. Åtgärdernas effekt på havet beräknas för kustvattenförekomsterna Inre Kungsbackafjorden och Yttre Kungsbackafjorden (innanför respektive utanför halvön Tjolöholm) samt Nm Hallands kustvatten. Modellen beräknar effekten fördelad över hela kustvattenförekomsterna och ger alltså inte svar på hur åtgärderna slår i delar av kustvattenförekomsterna eller i de innersta områdena.

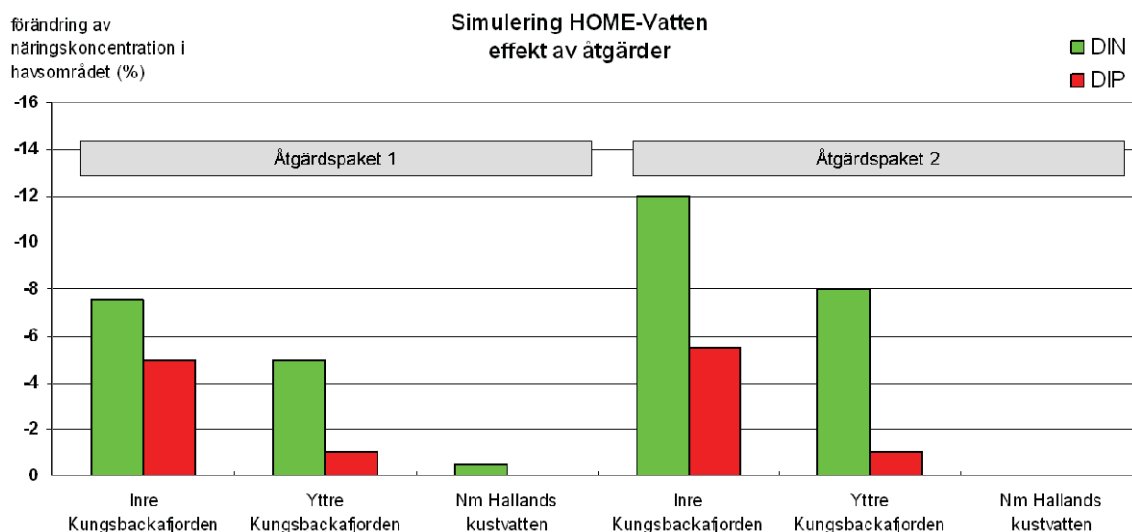
De biologiska förhållandena antas inte påverka koncentration av oorganiskt löst kväve (DIN) och oorganiskt löst fosfor (DIP) under vintern och vi studerar därför vårvintervärdena för att se vilken effekt åtgärderna har på koncentrationen av näringsämnen i fjorden (figur 29). I figuren visas hur både Inre- och Yttre Kungsbackafjorden samt N m Hallands kustvatten påverkas av näringsreduktionen.

Den största effekten uppnås i Inre Kungsbackafjorden (figur 29). Vid åtgärderna i åtgärds paket 1 blir minskningen av koncentrationen oorganiskt löst kväve ca 8 % i Inre Kungsbackafjorden och effekten av åtgärderna minskar längre ut och i Yttre Kungsbackafjorden är reduktionen ca 5 % . Koncentrationsreduktionen av oorganiskt löst fosfor är mindre trots en förhållandevis större procentuell reduktion av tillförseln från land. I Inre Kungsbackafjorden hamnar reduktionen på 5 % och endast på 1 % för Yttre Kungsbackafjorden.

Dessa siffror kan jämföras med en simulering där all den antropogena näringstillförseln är borttagen och vi når då en reduktion av dagens halter av oorganiskt löst kväve (DIN) med 30 % och av oorganiskt löst fosfor (DIP) med 10 %. Detta indikerar hur mycket som är maximalt möjligt att reducera i form av antropogent orsakade utsläpp och de åtgärder som beskrivits i åtgärds paketet når med tanke på detta mycket långt.

Vid åtgärds paket 2 då även utsläppspunkten för Hammargård avloppsreningsverk flyttas ut till Nm Hallands kustvatten minskar halterna av oorganisk fosfor ytterligare men bara marginellt i Inre Kungsbackafjorden och är nära försumbar i Yttre Kungsbackafjorden. Däremot minskar koncentrationen av oorganiskt löst kväve ytterligare till 12 % i Inre Kungsbackafjorden och till 8 % i Yttre Kungsbackafjorden vilket är en tydlig reduktion av närsaltshalterna i kustvattnet.

Nm Hallands kustvatten är en betydligt mindre känslig som recipient än framförallt Inre Kungsbackafjorden där Hammargård avloppsreningsverk nu har sin utsläppspunkt. Effekten i Nm Hallands kustvatten av dels minskad tillförsel från land och dels att tillföra avloppsvattnet från reningsverket är mycket liten (< 1 %).



Figur 29. Diagrammet beskriver effekten av åtgärderna i kustvattenförekomsterna i form av procentuell förändring av halten oorganiskt löst kväve (DIN) och fosfor (DIP) under vårvintern i Inre Kungsbackafjorden samt de två närmast liggande kustvattenförekomsterna, Yttre Kungsbackafjorden, och Nm Hallands kustvatten. Åtgärds paket 1 innefattar de åtgärder som beskrivs i tabell 5. Åtgärds paket 2 innefattar dessa tillsammans med en förflyttning av utsläppspunkten för Hammargårds avloppsreningsverk från Inre Kungsbackafjorden till Nm Hallands kustvatten.

Förklaringen till att effekten i av en minskad fosforbelastning är lägre trots en procentuellt betydligt större reduktion av fosfor än av kväve är dels att landtillförseln av fosfor är betydligt mindre än vad landtillförsel av kväve är och att havet, i förhållande till kväve, är en stor fosforkälla till närsalter i ytvattnet.

Vi konstaterar att enligt modellberäkningarna ger det åtgärds paket som tagits fram baserat på lokala förhållanden tydliga effekter i Kungsbackafjorden, med minskad näringskoncentration i ytvattnet under vårvintern. Effekten i de grundare områdena är troligtvis dessutom större än effekten på kustvattenförekomstskalan som modellens resultat visar.

6. Slutsatser

Det åtgärds paket som tagits fram baserat på lokala förhållanden ger enligt modellberäkningarna tydliga effekter i Kungsbackafjorden med minskade näringskoncentrationer i ytvattnet under vårvintern. Åtgärderna innebär främst att en omfattande miljöhänsyn tas inom jordbruket där minskad höstbearbetning i kombination med fånggröda står för den största delen, att enskilda avlopp som är av dålig standard uppgraderas samt att våtmarker anläggs i jordbruksintensiva områden. Den antropogena belastningen av kväve och fosfor reduceras genom detta med strax under 20 % för kväve och ca 40 % för fosfor. Detta visar att åtgärds potentialen för att minska den antropogena belastningen av gödande ämnen till kustvattenförekomsten är stor och att åtgärderna når långt.

På den mindre vikskalan blir effekterna av en minskad belastning av både kväve och fosfor sannolikt betydligt större än de resultat som redovisats för effekten på hela kustvattenförekomsten. Särskilt med tanke på att de är i de innersta grunda områdena av fjorden som vattendragen mynnar som utsläppspunkten för avloppsreningsverket är belägen och det är därför också där den minskade belastningen bör ha störst påverkan.

Effekten av åtgärderna minskar längre ut men även i Yttre Kungsbackafjorden beräknas koncentrationen av kväve vara tydligt reducerad.

Då havet generellt är en större källa till fosfor än till kväve blir effekten av en minskad kvävebelastning på vattenförekomstskalan störst trots en betydligt större procentuell reduktion av tillförseln av fosfor från land. Den större reduktionen av koncentrationer av kväve i förhållande till koncentrationer av fosfor påverkar också kvoten mellan kväve och fosfor, och verkar för att sänka kvoten, som är tydligt förhöjd i framförallt Inre Kungsbackafjorden enligt mätdata.

Det är rimligt att anta att produktionen av plankton och makroalger påverkas genom en minskning som en följd av åtgärderna på land.

Ytterligare en åtgärd för minskad belastning på vattenförekomsten är att flytta utsläppspunkten för Kungsbackas avloppsreningsverk Hammargård ut till den mindre övergödningssärliga recipienten Nm Hallands kustvatten. Åtgärden kan dock vara kostsam, men det är tydligt att framförallt kvävehalterna i Kungsbackafjorden minskar betydligt enligt modellen. Nm Hallands kustvatten är en betydligt mindre känslig recipient än framförallt den inre delen av Kungsbackafjorden där Hammargård avloppsreningsverk nu har sin utsläppspunkt. Effekten av att tillföra avloppsvattnet från reningsverket till Nm Hallands kustvatten bedöms vara mycket liten enligt modellen.

Kungsbackafjorden har en tillräckligt bred mynning för att eventuellt tillåta inflöde på ena sidan fjorden och samtidigt ett utflöde på andra sidan. Den Baltiska strömmen ger en nettotransport av ytvatten norrut, vilket innebär att den södra sidan av fjorden troligtvis oftast har en inåtgående strömriktning, medan det då strömmar ut på den norra sidan. Om man väljer att flytta utsläppspunkten för Hammargård avloppsreningsverk till mynningsområdet är det mycket viktigt att

undersöka hur strömmarna går, så att inte avloppsvattnet strömmar in i fjorden igen.

Det är tydligt att enskilda avlopp som belastningskälla har en stor åtgärdspotential som kan ge stor effekt. Det är därför mycket positivt och viktigt att kommunen arbetar aktivt med denna fråga.

En brist är att Rolfsåns avrinningsområde uppströms Stensjön inte inkluderas vid framtagandet av åtgärdsförslagen i denna fallstudie. Detta ska inte ses som att dessa områden inte bidrar till övergödningen av Kungsbackafjorden. Även om halterna av kväve men framförallt fosfor är låga i utloppet av Stensjön och omsättningstiden i Lygnern är flera år så är belastningen från Rolfsån av stor betydelse då det är ett stort tillflöde till Kungsbackafjorden. Små minskningar av närsaltshalterna ger relativt stor minskning av belastningen från ån. Det är viktigt att minska belastningen från främst jordbruksområdena längs dalgången uppströms Lygnern för att få en bättre havsmiljö då de sannolikt har en betydande belastning på Inre Kungsbackafjorden.

Ett fåtal mätdata för Hovmanneån, som är ett mindre jordbruksdominerat vattendrag, indikerar en betydelsefull transport av näringsämnen till Inre Kungsbackafjorden vilket bör beaktas vid prioritering av åtgärdsområden.

7. Referenser

- Aure J., Molvær J., Stigebrandt, 1996. Observations of inshore water exchange forced by a fluctuating offshore density field. *Marine Pollution Bulletin* 33: 112-119.
- Björk G., Liungman O., Rydberg L., 2000. Net circulation and salinity variations in an open-ended Swedish fjord system. *Estuaries*, 23(3): 367-380.
- DHI, 2007. Faktasammanställning Kungsbackaån – översvämningssstudie. Utredning av åtgärder för att förebygga/begränsa skador vid höga vattennivåer i Kungsbackaån. Uppdragsnummer 3144, Kungsbacka kommun.
- Gustavsson, A. Miljö- och hälsoskydd, Kungsbacka kommun. Muntlig kommunikation.
- Göransson, P., 2009. Bottenfaunan i Kungsbackafjorden 2008. Rapport till Länsstyrelsen i Hallands län.
- Helsing D. Miljö- och hälsoskydd. Kungsbacka kommun Muntlig kommunikation.
- Kungsbacka kommun, 2007. Miljörapport 2007 Hammargård avloppsreningsverk, Bilaga 6.
- Kungsbackaåns vattenvårdsförbund årsrapport, 2007.
- Liss, B. 2003. Kvantifiering av kväve- och fosforbelastning från enskilda avlopp. Examensarbete, Institutionen för geovetenskap, Uppsala Universitet.
- Lundin, M. Utvecklingsingenjör på Hammargård reningsverk, Kungsbacka kommun. Muntlig kommunikation.
- Lygnerns vattenvårdsförbund årsrapport 2007.
- Nilsson I., 2008. Källfördelning av kväve och fosfor i Kungsbackaåns avrinningsområde. Examensarbete 30 hp, miljövetenskap, Institutionen för växt- och miljövetenskaper, Göteborgs Universitet.
- SCB, 2006. Gödselmedel i jordbruket 2004/05. MI 30 SM0603
- SMED, Svensk MiljöEmissionData. Data från rapporteringen av Pollution Load Compilation 5 från www.smed.se.
- SMHI, 2006., Indata mindre punktkällor för PLC5 rapporteringen 2007. SMED Rapport Nr 1.
- Stibe, L. Länsstyrelsen Hallands Län. Skriftlig kommunikation.
- Wessling, M., 1991. Potentiella våtmarker i Hallands län. Del II: Data från en översiktlig inventering av potentiella våtmarksområden i Hallands jordbruksbygder. Rapport 91:7, Avdelningen för Landskapsplanering, Sveriges Lantbruksuniversitet.