Vätternvårdsförbundet

Avstämning av vattenvårdsplanerna Vättern 90 och Vättern 96

Rapport 88 från Vätternvårdsförbundet

Vätternvårdsförbundet

Avstämning av Vattenvårdsplanerna

Vättern 90 och Vättern 96

Rapport nr 88 från Vätternvårdsförbundet*

Text och editor: Måns Lindell

Layout och textbearbetning: Måns Lindell

Omslagsbild: Hamnen i Jönköping

Beställningsadress: Vätternvårdsförbundet
Länsstyrelsen i Jönköpings Län
551 86 Jönköping
Tfn 036-395000
Fax 036-167183
Email: ann-sofie.weimarsson@f.lst.se

ISSN: 1102-3791

Kartor: Översiktskartan (skala 1:250 000, röda kartan raster och vektor) © Lantmäteriet 2005. Ur GSD-Översiktskartan ärende 106-2004/188F.

** Rapporterna 1-29 utgavs av Kommittén för Vätterns vattenvård. Kommittén ombildades 1989 till Vätternvårdsförbundet som fortsätter rapportserien fr.o.m. Rapport 30*

Rapporten är tryckt på Länsstyrelsen i Jönköping 2005.
Första upplagan 1-150 ex.

Förord

Framför Er har ni den samlande kunskapen om hur det står till med Vätterns miljötillstånd och vad som påverkat miljötillståndet genom åren. Avstämningen behandlar hur tidigare vattenvårdsplaner lyckats med sina ambitioner och kommer att följas av ytterligare ett dokument innehållande nya mål och viljeinriktningar för Vättern.

Beslut om ny vattenvårdsplan togs av Vätternvårdsförbundets styrelse redan hösten 2001. Under 2002 ställdes flera frågeformulär samman innehållande en mängd olika frågor och olika "påverkare" av Vättern tillskrevs. Svaren var nödvändiga för att kunna sammanställa utfallet av vattenvårdsplanen Vättern 90. Därefter sammanställdes under 2003 materialet och vid behov kompletterades. Ett manus som togs fram av sekretariatet har granskats i den s k sakkunniggruppen i Vätternvårdsförbundet vid totalt fyra tillfällen. I januari 2005 remitterades materialet till samtliga medlemmar. Den slutgiltiga avstämningen prestenteras för årsstämman i maj 2005.

Att ta fram underlaget till denna uppföljning av Vätterns miljötillstånd har varit ett omfattande arbete. Många har bidragit med uppgifter. Att sammanställa materialet samtidigt som löpande verksamhet pockar på uppmärksamhet har tagit lång tid men nu är denna del klar !

Vätternvårdsförbundets arbetssätt har genom åren visat sig vara en fungerande form av vattenvård. Betydelsen av gemensamma utgångspunkter i form av gedigna sammanställningar av fakta ger en högre grad av samförstånd och insikt över vilka åtgärder som behövs för att upprätthålla ett bra miljötillstånd. Det arbetssätt som har utvecklats mellan Vätternvårdsförbundets medlemmar har stora likheter med grundtankarna i ramdirektivet för vatten. Just tillgången till vattenvårdsplaner är viktiga för berörda intressenter.

Genom övervakningsprogrammet som startade på slutet av 1960-talet har fakta kring miljötillståndet kunnat följas genom snart 40 år. Varje år görs en sammanställning av de senaste resultaten och presenteras i en s k årsskrift. Dessutom har en rad olika specialstudier genomförts i både förbundets regi som genom olika forskningsprojekt vilka bidragit till den samlade kunskapen. Icke desto mindre kan det konstaterats att i fortfarande inte vet tillräckligt för att förstå hela Vätterns ekologi! En utmaning för framtiden blir att följa just "det naturliga ekosystemet" i Vättern för vilket det finns farhågor.

I och med föreliggande avstämning tar den femte vattenvårdsplanen för Vättern avstamp. Ett efterkommande dokument kommer visa på önskad inriktningen framåt. Och även en framtida avstämning av kommande vattenvårdsplaner kommer att bli lika intressanta och viktiga att följa.

Vätternvårdsförbundet vill tacka samtliga som deltagit i arbete på ett eller annat vis.

Bo Landholm
Ordförande i Vätternvårdsförbundet

Kjell Aldsten
Vice ordförande i Vätternvårdsförbundet

Innehållsförteckning

Förord 5

Innehållsförteckning 7

Sammanfattning 9

Inledning 17

Områdesbeskrivning och sjökarakteristik 21
- Geologi 21
- Geohydrologi 24
- Jordarter 24
- Kvartära utvecklingen i Vättern 26
- Meteorologi 27
- Markanvändning 29
- Hydrologi 32
- Vattenstånd och vattenföring 35

Administrativa gränser och befolkning 39

Miljömål, lagar, förordningar och direktiv som berör Vättern 41
- 1. Nationella och regionala miljömål 42
- 2. Miljöbalken 43
- 3. Vattenskyddsområde 44
- 4. Ramdirektivet för vatten[26] 45
- 5. Natura 2000 46

Avstämning av vattenvårdsplan Vättern 90 och Vättern 96 49

Miljökvalitetsmål för Vättern 49

Belastningsmål för Vättern 50

Utvärdering av tidigare vattenvårdsplan 51
- Övergripande miljömål 51
- Näringsämnen 72
  - Fosfor 72
  - Kväve 76
- Metaller 86
- Stabila organiska ämnen 94

Åtgärdsplan för Vättern 99
- Avstämning av "verka-för-satser" 99
  - Avstämning av åtgärdsområde Kväve – ”verka-för-satserna” 99
  - Avstämning av åtgärdsområde Metaller – ”verka-för-satserna” 103
  - Avstämning av åtgärdsområde Påverkan från Urban Miljö (PUM) 108

Sektorsvisa redovisningar 110
- Fiske 110
  - Fisk, fiske och kräftor i Vättern 110
  - Samverkan mellan länen 123
  - Lax och röding i Vättern 125
- Gruv- och skogsindustrier 129
  - Zinkgruvan Mining 129

Miljöförbättringar på Munksjö Aspa Bruk _____ 131
LIP- projekt som bidrar till att säkerställa Vättern miljötillstånd _____ 134
Vägverket och Banverket _____ 139
Vägverket _____ 139
Banverket _____ 144
Rapporter _____ **145**
Referenslista _____ **148**

Sammanfattning

Sedan Vätternvårdsförbundet bildades 1957 har det tagits fram fyra olika vattenvårdsplaner för Vättern. Den första till kom 1970, vilken sedermera reviderades 1977. Under 1989 gjordes en omorganisation av det som då hette Kommittén för Vätterns Vattenvård till dagens form – Vätternvårdsförbundet. 1990 gjordes en fördjupad vattenvårdsplan vilken i sin tur utvärderades 1996 dock utan att några nya mål utverkades. Föreliggande utvärdering baseras på både 1990 och 1996 års vattenvårdsplaner. För att beskriva Vätterns miljötillstånd redovisas även en beskrivning av omvärldsfaktorer t ex klimat, berggrund, befolkning. Avsikten är att föreliggande avstämning skall kunna ligga till grund för utverkandet av nya miljömål vilka redovisas i en kommande rapport.

En rad olika myndigheter, organisationer och företag har bidragit med såväl rådata som färdiga artiklar. Det materialet har bearbetats för att i så stor utsträckning som möjligt kunna användas som underlag för målutvärdering av Vättern 96. Det har emellertid inte varit möjligt att utvärdera samtliga miljömål då en del mål inte varit uppföljningsbara eller att informationen inte varit tillgänglig för Vätternvårdsförbundet.

Utvärderingen av Vättern 90 och Vättern 96 redovisas för tre områden ”måluppfyllelse, trend och generation” i form av ”glada, neutrala och sura ansikten”. Måluppfyllelse är hur väl miljömålet har uppnåtts och baseras på utfallet t o m 2002 (oftast). I vissa fall har kompletteringar gjorts med data efter 2002, måluppfyllelsen baserar sig dock på utfallet 2002. Trenden indikerar åt vilket håll som utvecklingen går åt och ”Generationsmålet” är ett troligt utfall att miljömålet ska uppnås 2020 då de nationellt utpekade miljöproblemen skall vara lösta.

De uppsatta miljömålen för Vättern presenteras i form av föreslagna indikatorer för respektive mål, en tolkad text till var indikator och en sammanfattad bedömning i form av ”glada, neutrala och ledsna ansikten”. Efter varje mål ges en synopsis över målutfallet i helhet.

Tabell 1. Symboler och dess innebörd som används vid utvärdering av miljömål. (från www.miljomal.nu)

Utfall	Innebörd
	De nuvarande förhållandena är, om de säkerställs och fattade beslut genomförs i väsentliga delar, tillräckliga för att miljökvalitetsmålet/delmålet ska kunna nås inom den utsatta tidsramen.
	Miljökvalitetsmålet/delmålet är möjligt att nå i tillräcklig grad/utsträckning inom tidsramen men ytterligare förändringar/åtgärder krävs.
	Miljökvalitetsmålet/delmålet är mycket svårt att nå i tillräcklig grad/utsträckning inom den utsatta tidsramen.

Miljömålen har varit verkningsfulla och visar att Vättern blivit miljökvalitetsmässigt bättre än tidigare och frisläpps från en del av sina tidigare miljöhot. Av samtliga 26 miljömål (inklusive de övergripande miljömålen) bedöms 13 stycken (50 %) ha uppfyllts fullt ut, ytterligare 5 stycken bedöms på god väg att nås medan 8 stycken (31 %) inte uppfyllts inom föreliggande avstämning av Vättern 90 och Vättern 96. De mål som inte uppfyllts finns främst inom kvävetillförseln/kvävehalterna i/till Vättern, och till viss mån från miljögifter.

Av de 26 miljömålen så uppvisar hela 18 stycken (70 %) en trend som går åt rätt håll samt ytterligare 7 stycken (27 %) kan komma att gå att vända åt rätt håll. Endast ett (1) miljömål (4 %) bedöms ha en icke-önskvärd utveckling. Det miljömål som bedöms ha en icke-önskvärd utveckling gäller att Vättern skall vara ett naturligt ekosystem i framtiden vilket är oroande och bör prioriteras högt i framtida vård av Vättern.

Om samma miljömål kan anses gälla för framtiden så bedöms 9 stycken (50 %) av totalt 17 mål vara lösta inom en generation och ytterligare 7 stycken vara nära en måluppfyllelse. Totalt kan således 95 % av miljömålen i Vättern 90 och Vättern 96 bedömas vara uppfyllda inom en generation d v s år 2020. Endast 1 miljömål bedöms vara kritiskt, gällande ett naturligt ekosystem, något som är oroande.

De övergripande miljömålen åsyftar att beskriva Vättern miljötillstånd i stort. Dessa mål kan i stort komma bli det som avses i vattendirektivets definition för ekologisk status av en vattenförekomst. De övergripande miljömålen med föreslagna indikatorer bör tas med i kommande vattenvårdsplaner då det bedöms kunna vara relevanta ”mått” på Vätterns status och ekologi.

Ett flertal mål har blivit lösta och kan således utgå ur framtida vattenvårdsplaner alternativt omformuleras så att deras funktion även fortsättningsvis följs upp och uppmärksammas. En del av dessa redan uppfyllda mål kan vara ”indikatorer” i andra sammanhang.

Tabell 2. Målutvärdering av de övergripande miljömålen i Vättern 90 och Vättern 96.

Övergripande miljömål	Måluppfyllelse	Trend	Generation	Kommentar
1. Bevara Vättern som en näringsfattig klarvattensjö.				Förhållanden motsvarar i stort sett förindustriella tid, tidigt 1900-tal.
2. Bevara Vättern med ett för sjön fungerande ekologiskt system.				Den biologiska mångfalden är hög. Viss oro för introducerade arter kan inverka på ekosystemet.
3. Bevara Vättern som ett riksintresse för yrkesfiske.				Signalkräftan har inneburit ny resurs med ökade intäkter. Vikande bestånd av röding och sik är oroande.
4. Bevara Vättern som ett riksintresse för naturvård.				Höga naturvärden i/kring Vättern.
5. Bevara Vättern för friluftsliv och rekreation.				Ökad tillgång till sjön, samt sjögemensamma satsningar.
6. Säkerställa Vätterns vattenkvalitet med avseende på sjön som vattentäkt.				Vattenkvaliteten är god. Förebyggande åtgärder gjorts. Inga anmärkningar på råvatten. Bildande av ”vattenskyddsområde” pågår.

Summering	4 ☺ 2 😐 0 ☹	4 ☺ 1 😐 1 ☹	4 ☺ 2 😐 0 ☹	

Slutsats: Nära 70 % av de övergripande miljömålen är uppfyllda och resterande 30 % är möjligt att nå inom snar framtid. Inget miljömål anses omöjligt. Mest oroande för framtiden är huruvida Vätterns naturliga ekosystem kommer att bestå. Samtliga miljömål kan nås inom en generation.

Tabell 3. Sammanfattning av utfall och trender för angivna målpunkter i Vättern 96 för näringsämnen. Där ingen bedömning är ifylld menas att denna analys inte är relevant att göra (t ex kortsiktiga mål kan inte avstämmas för generationsmål).

Mål för FOSFOR	Måluppfyllelse	Trend	Nås generationsmålet?	Kommentar
Kvalitetsmål *Långsiktiga*				
1. Totalfosforkoncentrationen i Vättern skall vara på nuvarande nivå. Den nuvarande totalfosforkoncentration är ca 6 µg P/l.	☺	☺	☺	Stabilt låga halter 3-5 µg P/l. Inget som antyder annat.
Mål för KVÄVE				
Kvalitetsmål *Långsiktiga*				
1. Totalkvävekoncentrationen bör minska från nuvarande 600-700 µg N/l till i första hand ca 450 µg N/l.	☹	😐	😐	Halterna stabiliserats kring 700 µg/l Tot-N, Minskat med >100µg/l Tot-N sedan 1998.
Kvalitetsmål *Kortsiktiga*				
1. Totalkvävekoncentrationen bör minska från nuvarande 600 - 700 µg N/l till 500 - 600 µg N/l.	☹	☺	-	Halterna stabiliserats kring 700 µg/l Tot-N, Minskat med >100µg/l Tot-N sedan 1998.
Belastningsmål *Långsiktiga*				
1. Det långsiktiga målet för kvävehalten i Vättern innebär att tillförseln till sjön måste minska med ca 1000 ton eller ca 30 % av tillförseln.	☹	☺	😐	Kräver ny modellering.
2. Den atmosfäriska belastningen måste minska med 30-35 %. Utgående från det nationella miljömålet att kvävenedfallet skall reducerat ned till gällande kritisk belastningsgräns 5 kg N/ha och år från en nivå på ca 7,5 kg N/ha och år.	☹	😐	😐	Ingen trend finns vad gäller totaldeposition, men koncentrationerna i nederbörden minskar dock.
3. Tillförseln från skogsbäckarna måste minska med ca 10 %. Denna minskning är beroende av en minskad luftdeposition.	☹	😐	😐	Kräver ny modellering.
4. Tillförseln från kommunala reningsverk skall minska med 35 %. Beräkningen baseras på underlaget till Vättern 90 och innebär att 50 % kvävereduktion uppnås vid de två största kom-	😐	☺	☺	Minskningen var ca 20-30 %. Kvävereduktionen gav en minskning på ca

munala reningsverken i Jönköping och Huskvarna.				30-50 %.
Belastningsmål *Kortsiktiga*				
1. Den atmosfärsiska belastningen måste börja minska före sekelskiftet.	☹	😐	-	Nederbördsrika år för målperioden.
2. Tillförseln från jordbrukmark måste minska med 15 % fram till sekelskiftet.	☹	☺	-	Pga. att jämförelseperioden var nederbördsfattig. Dock god prognos. Bristfällig uppföljning
3. Tillförseln från kommunala reningsverk skall minska med 35 % fram till sekelskiftet.	☺	☺	-	Minskningen var ca 20-30 % men fler p.e. har påkopplats
Summering	2 ☺ 1 😐 7 ☹	6 ☺ 4 😐 0 ☹	2 ☺ 4 😐 0 ☹	

Slutsats: Endast 30 % av miljömålen för näringsämnen är uppfyllda eller kan anses bli det inom kort. Främst är det tillförseln av kväve som fortfarande är hög medan miljömålet för fosfor är uppfyllt. Inget miljömål anses omöjligt.

Tabell 4. Sammanfattning av utfall och trender för angivna målpunkter i Vättern 96 för metaller. Där ingen bedömning är ifylld menas att denna analys inte är relevant att göra (t ex kortsiktiga mål kan inte avstämmas för generationsmål).

Mål för Metaller	Måluppfyllelse	Trend	Nås generationsmålet?	Kommentar
Kvalitetsmål *Långsiktiga*				
1. Koncentrationen av metaller i ytsediment och i Vätterns vattenmassa bör minska så att de inte överstiger de nivåer som betecknas som låga halter (klass 2) i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag.	😐	☺	☺	Samtliga metaller utom koppar klassas såsom klass 1 i vatten. I sediment förekommer metaller i klass 2 och 3.
2. Halterna av metaller (eg. kvicksilver) i fisk skall även fortsättningsvis vara så låga att fisk skall kunna konsumeras utan restriktioner.	☺	☺	☺	Kostrekommendation baserar sig på organiska miljögifter och kvicksilver.
Kvalitetsmål *Kortsiktiga*				
1. Halten av kvicksilver i fisk får inte öka.	☺	☺	-	Röding såsom matris.
Belastningsmål *Långsiktiga*				
1. All användning av kvicksilver, kadmium och bly som kan medföra att metallerna sprids i naturen bör på sikt upphöra. Utsläppen av övriga miljöfarliga metaller bör minska.	☺	☺	☺	Saknar sjöegna data

Belastningsmål *Kortsiktiga*				
1. Belastningen av kvicksilver, kadmium och bly skall minska. Belastningen av övriga tungmetaller får inte öka.			-	Halt i nederbörd och belastning via vattendrag som underlag
Summering	4 1 0	5 0 0	3 0 0	

Slutsats: 100 % av miljömålen för metaller är uppfyllda.

Tabell 5. Sammanfattning av utfall och trender för angivna målpunkter i Vättern 96 för organiska miljögifter. Där ingen bedömning är ifylld menas att denna analys inte är relevant att göra (t ex kortsiktiga mål kan inte avstämmas för generationsmål).

Mål för Stabila Organiska Ämnen	Måluppfyllelse	Trend	Nås generationsmålet?	Kommentar
Kvalitetsmål *Långsiktiga*				
1. Halterna av stabila organiska ämnen i fisk skall vara så låga att all fisk skall kunna konsumeras utan restriktioner.				Dioxiner överskrider gränsvärde. Osäkert trendunderlag för dioxin. PCB understiger gränsvärde.
Kvalitetsmål *Kortsiktiga*				
1. Halterna av miljögifter i fisk får inte öka mätt som mg/kg fettvikt.			-	PCB och DDT i röding såsom matris.
Belastningsmål *Långsiktiga*				
1. Belastningen av stabila organiska ämnen av antropogent ursprung måste på sikt upphöra. Baserat på det nationella miljömålet att stabila organiska och miljöskadliga ämnen på sikt inte skall få förekomma i miljön.				Utsläpp av AOX från Smurfit Aspa Bruk såsom underlag. Osäkert underlag av diffus tillförsel.
2. Förekomsten av stabila organiska ämnen i Vätterns sediment och organismer måste minska väsentligt. Baserat på det nationella miljömålet att utsläppen av stabila organiska ämnen skall begränsas så att de till sekelskiftet nått en sådan nivå att miljön inte tar skada.				Förekommer inget underlag som kan uttala sig på miljön i stort. Vitmärla har antytt vissa störningar i reproduktion med oklar orsak.
Belastningsmål *Kortsiktiga*				
1. Belastning av stabila organiska ämnen av antropogent ursprung skall minska.			-	Gäller industriutsläpp. Data från Smurfit Aspa Bruk. Osäkert underlag av diffus tillförsel.

Summering	3 ☺ 1 😐 1 ☹	3 ☺ 2 😐 0 ☹	1 ☺ 1 😐 1 ☹	

Slutsats: 60 % av miljömålen är uppfyllda. Störst problem gäller för halter i fisk vilken har konsumtionsbegränsning. Trenderna går åt rätt håll, dock är utgångsnivåerna för höga. Information om totalbelastning är bristfällig.

Tabell 6. Utfallet av "verka-för-satserna" gällande kväve.

Slutsatser för verka-för satser: Kväve	Aktivitet	Resultat	Kommentar
1. Kvävereduktion i Jönköpings och Huskvarnas avloppsreningsverk.	☺	☺	Infördes 1998, kvävereduktion 25-35 %
2. Enskilda avloppsanläggningar.	☺	😐	40 % av 8 000 anläggningar bedöms ha undermålig standard. (Tabell 35)
3. Stallgödselhantering bl.a. lagringskapacitet.	☺	☺	Lagkrav på lagringsvolymer.
4. Skördeanpassad kvävegödsling.	☺	☹	Arbeten pågår inom LRF-regioner. Osäkert underlag.
5. Minskat kväveläckage från jordbruksmark.	😐	☹	Fåtal åtgärder redovisade. Kväve ökar i Vättern. (Tabell 36).
6. Åtgärdsprogram för de mest jordbrukspåverkade områdena.	😐	☹	Vissa pilotområden har ägt rum, t ex Disevidån, Lyckåsån. Men inte i tillräcklig skala.
7. Lokala kväveutsläpp till luft minskas.	☺	😐	Åtgärder för minskad ammoniakavgång vid gödselspridning. I övrigt osäkert underlag.
Summering	5 ☺ 2 😐 0 ☹	2 ☺ 2 😐 3 ☹	

Tabell 7. Utvärdering av ”verka-för satserna” gällande metaller.

Slutsatser för verka-för satser: Metaller	Aktivitet	Resultat	Kommentar
1. Metallanalyser ska ingå i övervakningsprogrammet.	☺	☺	Infört med krav enligt ramdirektivet för vatten fr.o.m. 2001.
2. Åtgärdsprogram för de mest metallbelastade delavrinningsområden.	☺	😐	Vissa områden t ex Golfbanan och Rosthyttan i norra delen.
3. Metaller från deponier bestäms.	☺	☺	Följer länsstyrelsernas efterbehandlingsarbete.
4. Ansvarsförhållande för deponier utreds.	☺	☺	Följer länsstyrelsernas efterbehandlingsarbete.
5. Karakterisering av Vätterns ytsediment.	☺	☺	Delvis redovisat i [22], men även utfört 2004.

6. Metalläckage från sediment.			Fördjupade studier i delar av Vättern t ex Kärrafjärden och Munksjön har utförts.
7. Metalläckage från ammunition.			Redovisat i [64] och [65]
8. Kartering av kvicksilvertillförsel till Vättern.			Vissa ”hot-spots” har utförts.
9. Övervakning av kvicksilver i fisk.			Görs vart 6: e år.
10. Uppgrumling av Munksjöns sediment undviks.			Särskilda försiktighetsåtgärder har krävts vid byggnation i Munksjön
Summering	10 0 0	7 3 0	

Tabell 8. Utfallet av ”verka-för satserna” inom påverkan urban miljö.

Slutsatser för verka-för satser: Påverkan Urban Miljö	**Aktivitet**	**Resultat**	**Kommentar**
1. Komplett konsekvensklassificering runt Vättern.			Samtliga vattenförande bäckar bedömda runt Vättern.
2. Läckage från deponier karteras.			Genomförs inom länsstyrelsernas efterbehandlingsarbete.
3. Ägarförhållande utreds för deponier.			Genomförs inom länsstyrelsernas efterbehandlingsarbete.
4. Kommunvisa åtgärdsplaner för deponier.			Genomförs inom länsstyrelsernas efterbehandlingsarbete.
5. Prioritera deponier som läcker till Vättern.			Inget län har prioriterat just Vättern.
6. Hänsyn till dagvattnets innehåll av ämnen i den lokala planeringen.			Viktigt i kommunala s.k. LIP-projekt.
7. Lokalt omhändertagande av dagvatten.			Viktigt i kommunala s.k. LIP-projekt.
8. Samordna råvattenkontroll med övrig miljöövervakning.			Behov finnes.
Summering	6 0 2	6 2 0	

Slutsats: Huvuddelen av aktiviteterna per åtgärdsområde har berörts i mer eller mindre grad. Åtgärderna har lett till förbättrade förhållande i Vättern samt till ökade kunskaper.

Inledning

Vättern i historien

Vättern är en unik sjö, inte bara ur svenskt perspektiv utan även sett ur ett internationellt perspektiv. Vättern har alltid varit av särskild bemärkelse och idag finns sjöns särart utpekad i en rad lagar och i EU-direktiv. Det innebär legala skydd i olika bemärkelser vilka såväl myndigheter som allmänhet har att ta hänsyn till i olika ärenden som berör Vättern, alltför att skydda och bevara Vätterns särart för framtiden.

Vättern har i långa tider ansetts som en klenod i vårt lands naturskatt, långt innan man började med planering och bedömning av miljötillstånd etc. Flera skalder har i olika klassiska verk prisat Vättern. Till exempel skrev Carl Jonas Love Almqvist ”*Vättern är en av de djupaste, farligaste och oroligaste böljor*”. Almqvist konstaterar vidare att ”*hela Vättern är till sin natur blott en enda stor källa, den största på jorden*” och konstaterar förtjust att man dricker ”*vatten rent ut ur själva Vättern*”. Olaus Magnus konstaterade på 1500-talet att ”*naturens krafter verkar på ett hemligare och underbarare sätt i denna sjö än annorstädes*”. Dessutom har Vättern och dess omgivningar spelat en viktig historisk roll för ”Sveriges bildande” bl. a såsom kungasäte, något som fått ökad uppmärksamhet på senare tid med t ex ”Arn-böckerna”.

Vättern är således väl värd att vårda såsom både en klenod i vårt arv och att använda och nyttja. Vättern utgör också en tillgång med tanke på den värdefulla dricksvattentillgången som den utgör.

Moderna tider medförde påverkan

Vättern har emellertid utsatts för påfrestningar under de senaste 100 åren. Sjön har bland annat hotats av övergödning, utfiskning, spridning av miljögifter och oacceptabel recipientsyfte. I det första protokollet från Kommittén för Vätterns Vattenvård som Vätternvårdsförbundet hette i början, debatterades placeringen av kärnkraftverket ”EVA” vid norra Vättern med de konsekvenser det kunde tänkas medföra. En svindlande tanke som idag är svår att föreställa sig. Ett problem med att bedöma påverkan på Vättern är de långa förloppen innan utfallet kan avläsas i konkreta mätningar. Därför är det viktigt med långsiktig miljökontroll med tydliga indikatorer, ett starkt lagskydd och strikt tillämpning av försiktighetsprincipen enligt nuvarande miljölagstiftning.

I miljödebatten hörs ibland kritiska röster om att Vätterns värde försummas. I själva verket har samhället ägnat stor uppmärksamhet och möda åt att skydda Vättern mot negativ miljöpåverkan. Bland de viktiga skydden är de lagskydd och direktiv som reglerar nyttjandet ur olika hänseenden.

Det arbete som påbörjades 1957 i Kommittén för Vätterns Vattenvård, sedan 1989 benämnt Vätternvårdsförbundet, var tämligen unikt på den tiden och ett viktigt ställningstagande för gemensamt ansvar för ett vattenobjekt genom så kallat avrinningsområdesvis tänkande. Detta syn- och arbetssätt har utvecklats till att idag gälla inom hela EU genom EU: s ramdirektiv för vatten[26].

Figur 1. Vättern inbjuder till storslagna vyer.

Kommittén för Vätterns vattenvård bildas

Starten för Vätternvårdsförbundet skedde i Motala den 4 december 1957. Då samlades alla landshövdingarna i länen kring sjön tillsammans med ett antal medarbetare. Vid sammanträdet beslöts att man skulle åstadkomma ett samarbete om Vättern, en tanke som hittills i Sverige endast uppstått en á två gånger tidigare (bl.a. i Motala Ström). Formellt bildades Kommittén för Vätterns Vattenvård i januari 1958.

Anledningen till att organisationen bildades på 1950-talet berodde på den försämrade vattenkvaliteten i form av synbar övergödning. Detta var bekymmersamt då Vättern i allt större utsträckning börjat nyttjats som vattentäkt åt tätorter i närområdet och även tilltänkt för längre bort belägna tätorter som t.ex. Linköping och Örebro. Övergödningen resulterade i en ökad algproduktion i sjön, vilket i sin tur ledde till att vattnet grumlades och att siktdjupet sjönk från 17 m till 6-7 m periodvis[1].

Kommitténs uppgift blev att inventera avloppsförhållanden runt sjön, göra egna och samordna undersökningar så att utvecklingen kunde påverkas så att sjöns vatten kunde utnyttjas för vattenförsörjning i den skala man tänkt sig.

Figur 2. I lång tid har utsikten över Vättern lockat människan, här i form av ruinen Brahehus till vänster samt en vy från Jönköping (till höger).

Det stod tidigt klart att problemen orsakades av en alltför stor tillförsel av näringsämnen och syreförbrukande ämnen. Utredningarna konstaterade att om inte föroreningstillförseln upphörde skulle Vättern upphöra med att vara en klarvattenssjö. För att komma till rätta med

uppgiften utökades kommittén med företrädare för länsstyrelserna, landstingen, Naturvårdsverket samt fiskeriväsendet och representanter för industrin. Den utvidgade kommittén upprättade en vattenvårdsplan för sjön som publicerades 1970[1]. I planen angavs preciserade krav och mål på avloppsrening för kommuner, industri och fritidsbebyggelse. De största kraven gällde kommunerna.

Arbetet fortskred

Vattenvårdsplanen från 1970 reviderades en första gång 1979 då den andra planen[2] utkom. Fortfarande leddes verksamheten inom kommittén av statens företrädare. Ledningen av arbetet utövades av det s.k. utredningsorganet, bestående av tjänstemän från länsstyrelserna samt fiskerikonsulenter. Det löpande arbetet utfördes av tre personer inom utredningsorganet. Verksamheten handlade främst om kunskapsuppbyggnad om Vättern och dess vattenkvalitet.

Vården av Vättern skedde s a s utifrån, på myndighetsbasis. Åtgärder kom till genom att kommittén tog fram vetenskapliga sakunderlag som skapade förståelse för problemen. Ett gott samarbete med kommuner och industri hade byggts upp. Än idag är en av Vätternvårdsförbundets viktigaste uppgifter att ta fram vetenskapliga och sakligt underbyggda kunskaper om miljöförhållandena i Vättern.

I samband med kommitténs 30-årsjubileum 1987 konstaterades att praktiskt taget allt kommunalt avloppsvatten behandlades i biologiska-kemiska reningsverk, och att det stora genombrottet skedde 1975. I en notis inför Elmia Water[3] (1987) sades att ”*Vättern under de gångna åren förvandlats från en smutsig sjö med badförbud och ett siktdjup på 6-7 m till en sjö med drickbart vatten och ett siktdjup på 10-12 m*”. Sjön hade befriats från sitt övergödningsgrepp!

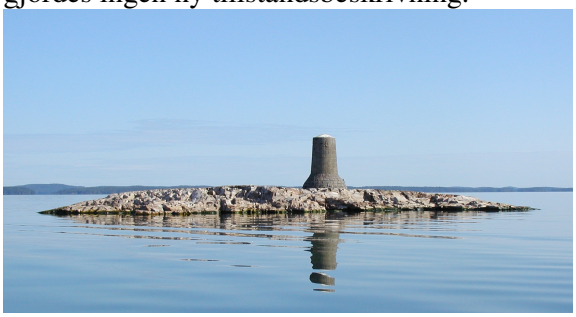
Nya hot och ny organisation

Vätterns problem var inte lösta i och med att övergödningsproblemet var åtgärdat. Nya hot gjorde sig snart påminda i form av tillförsel av dagvatten, med dess föroreningar, transport av farligt gods och spridningen av olika miljögifter. Det ansågs viktigt att sprida ansvaret för olika delar samt att öka resurserna. De nya hoten som definierats krävde en ombildning av organisationen med mer underifrånperspektiv där ansvaret för åtgärder delegerades till berörda parter. Därför inleddes en utredning om att ombilda kommittén till den enligt 1976 tillkomna lagen om vattenförbund[4]. I det upprättade underlaget indelades tänkta medlemmar i olika grupper och andelstal föreslogs. Man kom dock fram till att reglerna om vattenförbund, som i vissa fall innebar tvångsanslutning, var olämpliga och att ändamålet inte passade för Vättern. Här handlade det ju inte om ”medlemmarnas bästa” utan om den bästa vården för Vättern! I stället utökades kommittén ytterligare med t ex att fler kommuner fick företrädare i kommittén.

Förändringen var dock ett steg mot den nuvarande organisationsformen d v s i form av ett vattenvårdsförbund. Vätternvårdsförbundet bildades formellt 1989 som en frivilligl sammanslutning av ”*kommuner, landsting, intressesammanslutningar, länsstyrelser och andra statliga organ som nyttjar, påverkar eller utövar tillsyn över Vättern*”. Arbetet skall sålunda ske såväl nationellt som lokalt och verksamheten skall bedrivas av dem vars dagliga gärning berör Vättern.

Den tredje vattenvårdsplanen[5] kom 1990 och innehåller en detaljerad beskrivning av de arbetsuppgifter som medlemmarna har utfört för att uppnå förbundets syfte. På det i *Vättern 90* beskrivna sättet sker förbundets arbete på flera fronter och genom dess medlemmar vilket är förbundets verksamhetsidé.

Sex år efter Vättern 90[4] ägde en tredje revidering av vattenvårdsplanerna för Vättern rum som fick namnet Vättern 96[14]. I Vättern 96 redovisades utfallet av de detaljerade målen och ”verka-för-satserna”, och om dessa hade infriats under den gångna sexårsperioden. I Vättern 96[14] gjordes ingen ny tillståndsbeskrivning.



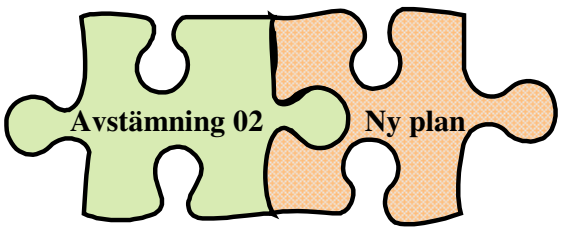
Figur 3. Lana skär i norra Vättern (foto Sten Persson).

I Vättern 96[14] bedömdes ett antal problemområden från Vättern 90[4] att ha lägre prioritet beträffande det fortsatta miljöarbetet då miljömålen inom dessa områden uppnåtts. Exempel på områden där miljöarbetet varit framgångsrikt var spridning klororganiska föreningar, transport av farligt gods samt militär verksamhet. De kvarvarande delarna där man inte uppnått miljömålen kunde istället införas under andra befintliga områden. I Vättern 96[14] pekades följande kvarvarande områden ut för det fortsatta åtgärdsarbetet:

- kväve,
- metaller,
- påverkan urban miljö.

I takt med att näringshalten har minskat i Vättern har sjöns ekologi också förändrats i form av att sjön ”bär” en mindre biomassa. På mitten av 1900-talet då sjön var hårt drabbad av övergödning gynnades fisket i form av en högre fiskproduktion i sjön (yrkesfiskets fångster kan följas via inrapporterade fångster till Fiskeriverket som skett sedan 1914). De senaste decennierna har fångsterna gradvis minskat till så pass låga nivåer att en viss oro för fisket i sjön har uttryckts. Främst har uttaget av röding och sik minskat medan fångsterna av t ex signalkräfta har ökat dramatiskt. Ett av förbundets insatsområden bör därför vara att säkerställa ett hållbart ”fiske” i Vättern med hänsyn till sjöns produktionsförmåga.

Föreliggande rapport är således den fjärde avstämningen av miljömålen för Vättern. I rapporten redovisas utfallet inom en rad olika insatsområden med delmål alltsedan den första vattenvårdsplanens tillkomst 1970. Med utgångspunkt från föreliggande rapport såsom statusbeskrivning kommer nya miljömål att utarbetas för Vättern i samma struktur och utformning som de nationella miljömålen som är antagna av riksdagen. Därmed kan sägas att den femte vattenvårdsplanen för Vättern tar sitt avstamp med föreliggande rapport!



Figur 4. Illustration om hur föreliggande avstämning av tidigare vattenvårdsplaner hänger samman med en förnyad kommande vattenvårdsplan.

Områdesbeskrivning och sjökarakteristik

Geologi

Kunskap om ett nederbördsområdes geologi är en viktig del vid tolkningen av sediment- och vattenkemin i sjöar. I det följande ges en summarisk bakgrund till Vätternområdets berggrund, jordarter, kvartära utveckling och geohydrologi. En noggrann redogörelse för Vätterns geologi finns publicerad i Vätternvårdsförbundets rapportserie[6].

Vätternsänkan är ungefär 400-500 miljoner år. Till följd av stora öst-västliga rörelser i jordskorpan bildades den gravsänka som idag utgör Vättern. Under de senaste miljoner åren har flera inlandsisar täckt sjön och dess omgivningar. Spår från isens framfart syns som räfflor i vackert avslipade berghällar och som stora flyttblock slumpvis lämnade i naturen. Landisens enorma tyngd tryckte ned jordskorpan och till en början var landhöjningen betydligt större än i dag. Senast isen drog sig undan från Vätternregionen var för ca 10 000 år sedan. Efter något årtusende kunde man skönja Vättern som en mindre vik av Yoldiahavet. Det är från den här tiden som Vätterns glacialrelikter härstammar. Den mest kända är utan tvivel Vätternrödingen.

För ca 8 000 år sedan låg sjöns utlopp inte som idag vid Motala ström (Figur 8). Istället rann Vättern norr ut förbi Askersund till Ancylussjön, idag känd som Östersjön. Landhöjningen är idag högre i den norra delen än i den södra delen av Vättern, vilket i praktiken innebär att Vättern kantrar 1,4 mm åt söder per år[11].

Berggrund och högsta kustlinjen

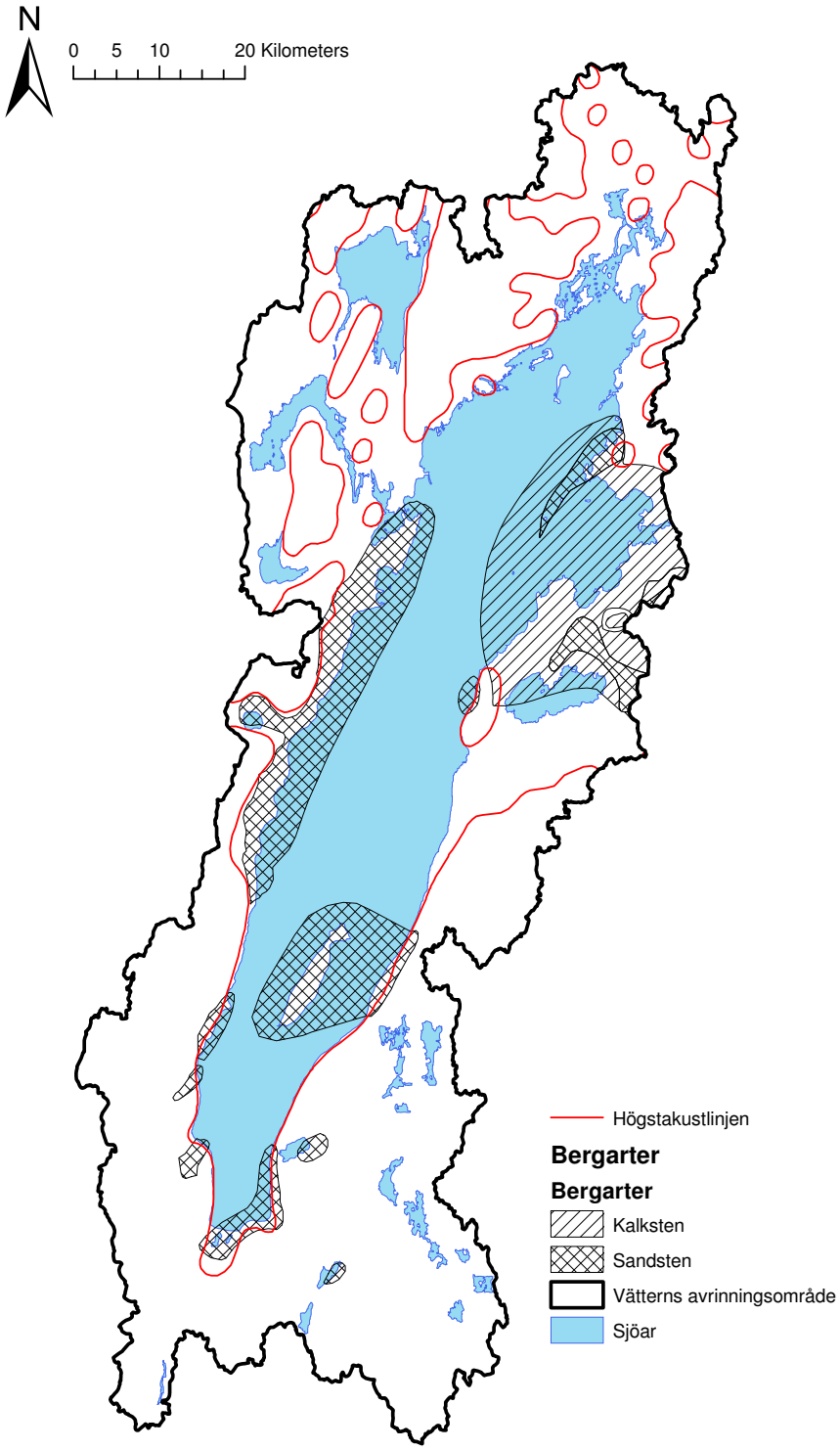
Berggrunden består huvudsakligen av urberg samt på detta vilande yngre serier t ex Visingsöserien, Almesåkraformationen och kambrosilurarterna (Tabell 9).

Tabell 9. Indelning av bergarter[7] i Vätterns tillrinningsområde.

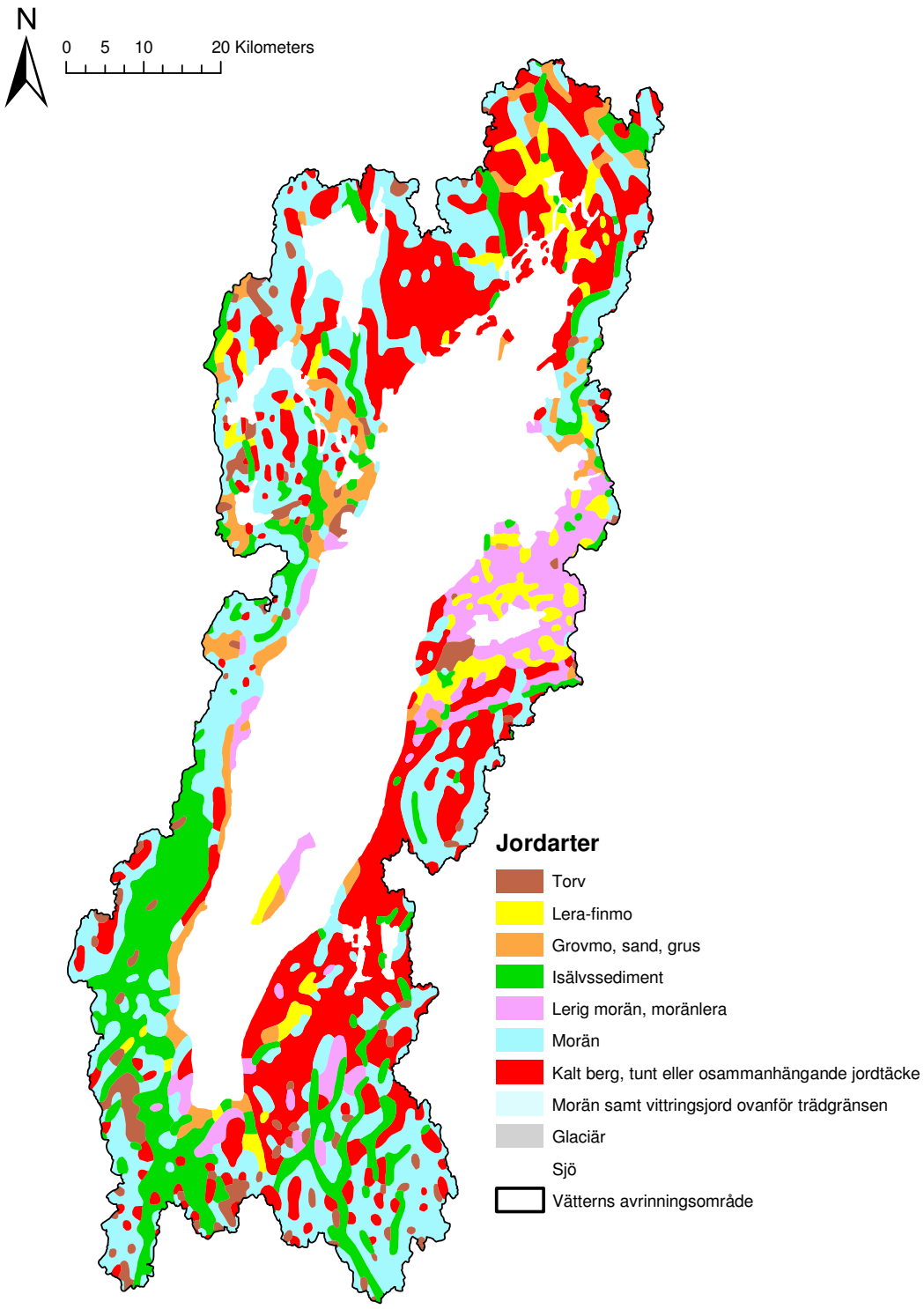
Urberg	Yngre bergarter
Granit (röda och grå)	Visingsöserien: tre grupper gul bottensandsten (underst), brokigt färgad sandsten och skiffer (överst). Sammanlagd tjocklek över 1000 m.
Porfyrit (bergarter kristalliserade nära jordytan till skillnad från graniterna)	Almesåkraformationen: Lagerserien har veckats och sedan genomträngts av diabasgångar. Ursprungligen bestod serien av kvartsit (förkislad sandsten) och sandstenslager (överst).
Gnejs och leptitet	Kambrosilurbergarter: Bergarter som tidigare haft större utbredning, återfinnes nu i skyddade sänkor t ex under Vadstenaslättens och Motalabuktens lösa lager: sandsten, skiffer, kalksten och märgelsten.
Basiska bergarter (gabbror, dioriter)	Kambriska och ordoviciska sedimentbergarter: Dessa arter återfinnes i Motala – Vadstenaområdet (kambriska sandstenar, skiffrar, kalksten, bergartssvir med omväxlande kalksten, skiffer och märglar)
Diabas	

En utförlig vetenskaplig genomgång av berggrunden och dess innehåll av tungmetaller finns utförd för Åmmebergsområdet i norra Vättern[8] och för bl a Vadstena-Motalaregionen där järnhalterna i sandsten är relativt höga. Visingsöformationen mellan Karlsborg och Hjo uppvisar ofta anmärkningsvärda halter av både järn- och mangan i vatten. Som exemplifiering

kan nämnas Kråks radiostation invid Karlsborg, där järn och manganhalten i vattnet uppgick till 3,4 respektive 0,5 mg/l[6].



Figur 5. Berggrund och högsta kustlinjen i Vätterns avrinningsområde.



Figur 6. Jordarter inom Vätterns tillrinningsområde.

Geohydrologi

Grundvattenflödet är av intresse för vattenförsörjningen för att belysa frågan om Vättern som källsjö och för de vattenkemiska förhållandena.

Urbergets sprickighet är avgörande för de hydrogeologiska förhållandena. Av speciell vikt är förekomsten av sandsten och andra permeabla skikt utmed gränsen till urberget. Graniter och porfyrer är genom sin sprickighet viktigare ur vattenprospekteringssynpunkt än t ex gnejser och leptiter. Ju mer basisk en bergart är desto mer avtar sprickigheten och därmed bergartens betydelse i vattenprospekteringssammanhang.

Av sedimentbergarterna är sandsten mest vattenförande, medan skiffrar och kalkstenar ger mindre vattenmängder. Alunskiffer ger olämpligt dricksvatten. Beträffande de lösa kvartära avlagringarna är de grövre isälvssedimenten viktigast ur vattensynpunkt. Möjligheten för vattengenomströmning minskar generellt med ökande halt finmaterial.

Jordarter

De lösa kvartära jordarternas sammansättning och fördelning påverkar direkt sedimenten och sedimentutbredningen. Generellt sägs att Vätters västra sida består av sandjordar, norra delen av mer berg och östra sidan består av mer kalkhaltiga jordar samt södra delen är en blandning av samtliga jordarter (Figur 6).

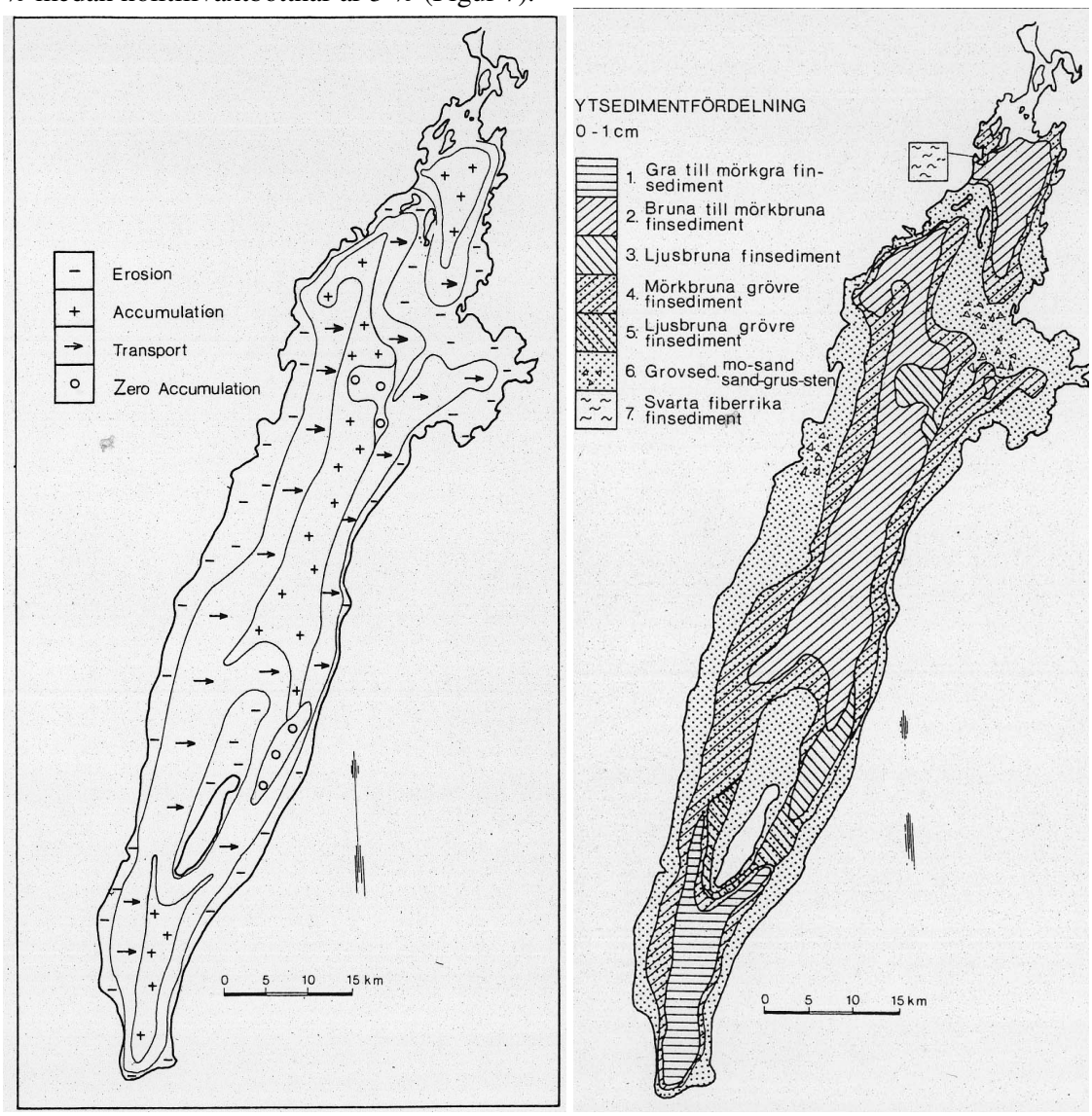
Tabell 10. Olika jordartsbildningar i Vätterns tillrinningsområde samt karakteristika[10].

Glacifluvialt material	Glaciala och postglaciala sediment	Morän	Organogena jordarter
Isälvsmaterial avlagrat innanför, vid eller utanför iskanten i Vättern eller på land. Avlagringen i vatten medförde sortering av materialet efter vikt, storlek och form: Rullstensåsar, grusfält (randdeltan, randåsar) mäktiga avlagringar framför allt grovt material. God vattenmagasineringskapacitet: Mindre mäktiga isoecifierade glacifluviala bildningar (sand).	Grovkorniga svall- och svämsediment. Ofta dålig vattenmagasineringsförmåga med hög infiltrationskapacitet: Finkorniga sediment (lera). Den glaciära leran, istidsleran, avsattes som varvig lera på förhållandevis stort vattendjup. Ljusare, tjockare band i anslutning till glacialisens våravsmältning, mörkare band under vintern med liten deposition. Materialet ger låg infiltration och grundvattentransport.	Osorterat material med ofta relativt hög finjordshalt. Moränen avsattes direkt av inlandsisen: Svallad morän, vågor av sorterat material, morän (ej specificerad) och moränlera. Förekommer ”i områden där inlandsisen snabbt krossade ner vissa sedimentära bergarter, främst kalkstenar och skiffer, till övervägande finjord”.	Torv (kärrtorv, mosstorv) och gyttja (lergyttja, kalkgyttja, gyttjelera mm). Jordarten ger dålig permeabilitet men stor vattenmagasineringsförmåga. Vattenhalten 75 % eller mera.

Sediment i Vättern

Vad gäller Vätterns bottensediment har endast ett fåtal systematiska undersökningar utförts. De första totala undersökningarna för upprättande av sjökort gjordes åren 1816-1817. Sjökortets uppgifter är ytterst summariska och grundade på handlodningar. Den första vetenskapliga bottenprovtagningen utfördes åren 1911-1912 av professor S P Ekman[9]. Under åren 1956-1962 och 1965 utförde docent John O Norrman bottenprovtagningar i Vättern[9]. Den hittills största sedimentkarteringen utfördes 1976 vilken får anses som gällande än idag[10]. Andelen

erosionsbottnar uppges där till 32 %, transportbottnar till 44 %, ackumulationsbottnar till 21 % medan nolltillväxtbottnar är 3 % (Figur 7).



Figur 7. Fördelning av olika funktionella bottnar i Vättern (ovan till vänster, från [6]), fördelning av ytsediment (ovan till höger, från [6]).

På grundval av Ekmans beskrivningar och egenhändigt tagna ytprover och bottenkärnprover har Norrman upprättat en fördelningsbild av sedimenten bestående av fem skilda typer. Bland de exploateringsviktiga områdena är förekomst av sand och grus, och då inom de begränsade djupområden där täkt av grus och sand är praktiskt möjlig (Figur 7). Sådana områden är belägna i Motalaviken och i stråk därifrån mot norr till partierna omkring Stora och Lilla Röknen, vidare strandområdena i södra delen av Östergötlands län, strandpartierna inom hela Jönköpings län inklusive partierna omkring Visingsö samt strandpartierna i Skaraborgs län från gränsen mot Jönköpings län till något norr om Karlsborg (Figur 7).

Kvartära utvecklingen i Vättern

Vätterns kvartära utveckling har omskrivits ett flertal gånger [9,10]. Utvecklingen kan sammanfattas enligt:

Fas 1. – 8223 f Kr. Isavsmältning

Isrörelsereträtt skedde huvudsakligen parallellt med sjöns längdriktning. Avsättning av varvig lera ägde rum över det moräntäckta bäckenet. Baltiska issjöns smältvatten genombröt 8223 f kr (enligt lervarvskronologin) låglandet norr om Billingen. Genombrottet innebar en sänkning av sötvattenytans nivå till havsytan och begynnelsen av Östersjöområdets Yoldiastadium. Fritt vattenutbyte förekom inte förrän Närkeslätten frilagts från is (Figur 8).

Fas 2. – 8223 – 5700 f Kr. Utveckling mot isolering

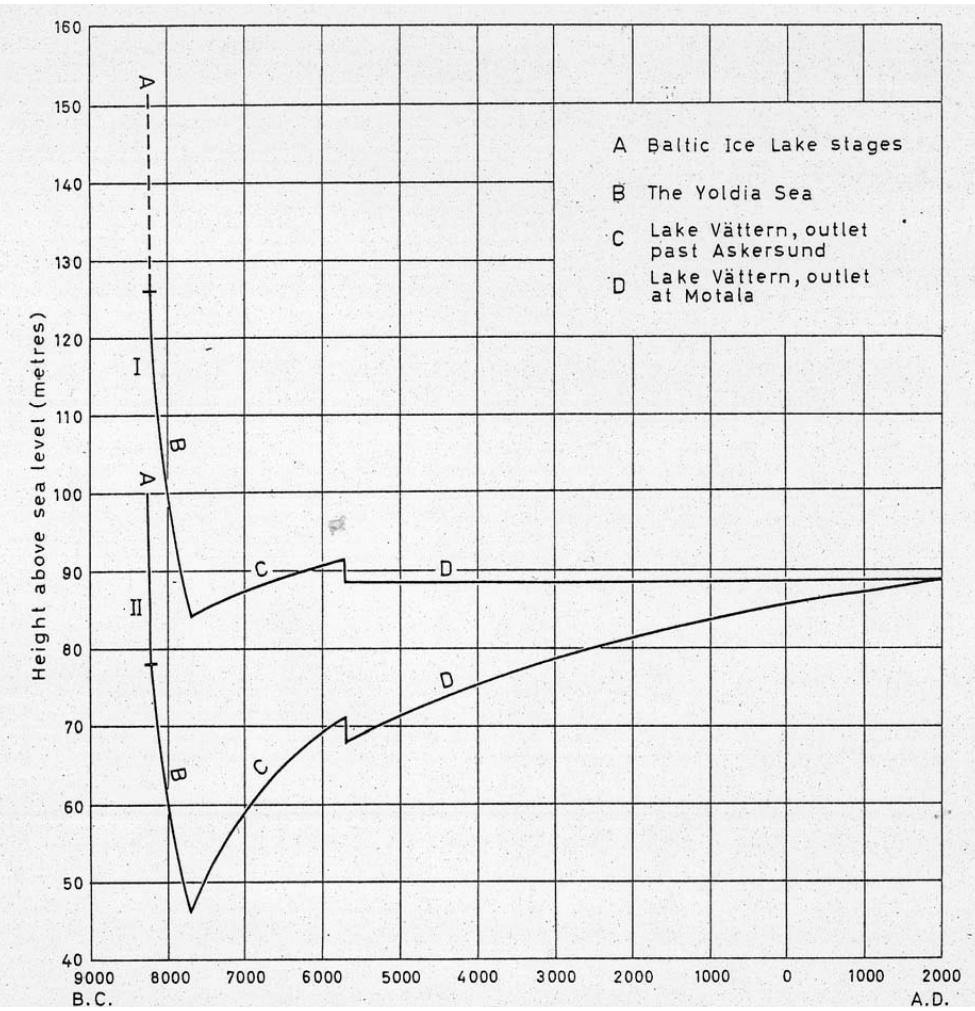
Snabb landhöjning efter isreträtten varvid passen vid Motala och Karlsborg höjdes ovanför havsytan. Havsförbindelse fanns i norr. Fortsatt landhöjning ger förutsättning för isolering, som beräknats har skett ca 7700 f kr. Vid isoleringen låg strandlinjen ca 43 m under den nuvarande nivån i söder, ca 4 m under nuvarande nivån vid Motala och ca 12 m över nuvarande nivån i norr. En snabbare landhöjning i norr förorsakar en ännu pågående tippning av Vättern mot söder med ca 1,4 mm per år[11]. Detta leder till ett genombrott vid lägsta passpunkten i öster, Motala ström, ca 5700 f kr (Figur 8).

Tabell 11 Beräknad sedimentlagerföljd i centrala Vättern (från [9]).

Sediment	Vatten	Vattenstånd	Ursprung	Sedimentkaraktär
Vätternsediment	Sött	Stigande	Stranderosion/processer	Minskad sandkornsstorlek, koagulerad leror, icke-stratifierade med organiska lager, gyttja i sänkor.
Yoldiasediment	Salt (bräckt)	Sjunkande	Stranderosion/processer	Ökad sandkornsstorlek, koagulerad leror, icke-stratifierade med organiska lager, gyttja i sänkor.
Glaciala Yoldialeror	Bräckt	Sjunkande	Stranderosion/processer och glacifluviala flöden	Minskad sandkornstorlek, koagulerade leror, symetrisk stratifiering.
Baltiska issjöleror	Sött	Sjunkande	Glacifluviala flöden och stranderosion/processer.	Minskad sandkornstorlek varvade leror.
Vätternissjöleror	Sött	Sjunkande	Glacifluviala flöden (stranderosion/processer)	Minskad sandkornstorlek varvade leror (homogena leror?).
Morän	(sött)	?	Glaciäris	Lerig morän med glacifluviala sediment.
Vätternissjöleror	Sött	Sjunkande	Glacifluviala flöden	Varvade leror (homogena leror?)
Morän	-	-	Glaciäris	Leriga moräner.

Fas 3. 5700 f Kr – nutid. Isolering

Den organiska och oorganiska externa tillförseln av material är ringa. Den autoktona biomasseproduktionen dominerar sannolikt kvantitativt sedimenttillväxten som är förhållandevis måttlig. Den största materialtillförseln till Vättern förekom under fas 1 då stora mängder material avsattes i den djupa naturliga sedimentfälla som Vätternbäckenet då utgjorde. Under fas 2 skedde en omfattande omfördelning av det tidigare deponerade materialet genom vind- och våginducerad erosion framför allt i strandzonerna. Under skedet 8223 – ca 7700 f Kr avsattes bracksaltvattnens sediment. (Figur 8)



Figur 8. Vätterns höjd över havet sedan tiden efter istiden vid två lokaler (I) landhöjningen vid utloppet i Motala, (II) vid Jönköping. (från [9]).

Meteorologi

Allmänt

Klimatet i Vätterns omedelbara närhet är närmast maritimt, med hög luftfuktighet och varma höstar. Nederbörden är i snitt ca 570 mm per år. Rikligast är nederbörden över höjderna runt sjöns södra och norra delar. När sommarens soldagar värmt upp sjöns stora vattenvolym fungerar Vättern som ett värmemagasin och ger sjöns närmaste omgivning milt klimat långt in på vintern. Isen lägger sig oregelbundet och kan utebli under flera år till följd av klimatet. När isen väl lägger sig kan sjön vara istäckt flera månader in på våren (Figur 9).

Temperatur

Skillnaden i vintertemperatur mellan Askersund och Jönköping kan till två tredjedelar tillskrivas latituddifferensen och till en tredjedel förklaras av skillnader i isförhållanden[9]. Södra Vättern är ofta isfri medan skärgårdsområdena i norr i högre grad är isbelagda. Avvikelserna i temperatur mellan Jönköping och Flahult (strax söder om Jönköping) beror framför allt på skillnaden i höjd men under speciellt höst och vinter har Jönköping något högre temperatur på grund av påverkan från Vättern.

Nederbörd

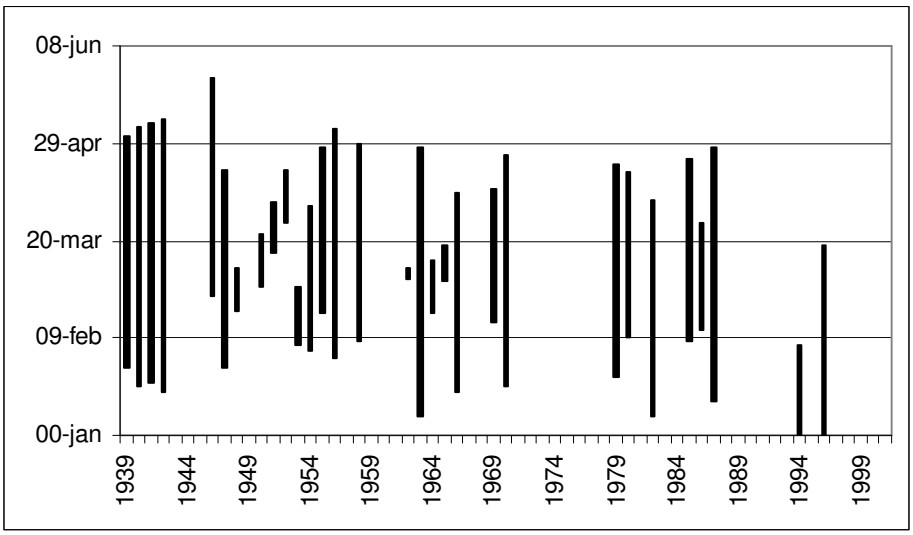
Den normala årsnederbörden varierar relativt litet (mellan 427 mm och 727 mm). Förhållandevis litet nederbörd faller över sjöytan. De högsta värdena erhålls i allmänhet söder om Jönköping där årsmedelnederbörden överstiger 700 mm. Ca 15-20 % av nederbörden faller i form av snö[10]. I medeltal ligger snötäcket under 3 till 4 månader.

Avdunstning

Norrman[9] har beräknat avdunstningen från sjöytan till 489 mm/år i genomsnitt. Han baserar sina beräkningar på nederbördsdata från perioden 1901-1930 respektive 1921-1950 och använt värdet 554 mm som ett genomsnitt för nederbörden till sjöytan. För den totala avdunstningen från land och vatten anges värdet 300 mm som ett medeltal[10] som av vissa anses bör ökas till ca 400 mm/år för de centrala delarna av södra Sverige[10].

Is

Vättern isläggs inte varje år utan ofta följer isläggningen storskaliga klimatologiska cykler, där en rad kalla år medför isläggning varje år och varmare cykler medför öppet vatten flera år i följd. I genomsnitt lägger sig isen vartannat år och isläggningen varar i medel runt 31 dagar (inklusive de år isen inte ligger). De år då istäcke bildas sker detta i samband med månadsskiftet januari och februari, dock aldrig före årsskiftet. Islossning sker normalt under april månad, undantagsvis även under mars och maj. Istäcket har maximalt uppgått till 84 cm tjocklek (1940)[1] och har som längst legat i 112 dagar (1942). På senare år har dock frekvensen isvintrar i Vättern minskat även om milda år kunde ses under 1970-talet.



Figur 9. Antal dagar med is på Vättern 1939-2002[12]. Obs – baserade på isläggning mellan Gränna och Visingsö. För 1994 och 1996 saknas data för isens anläggning och lossning men antalet dagar stämmer med referensen.

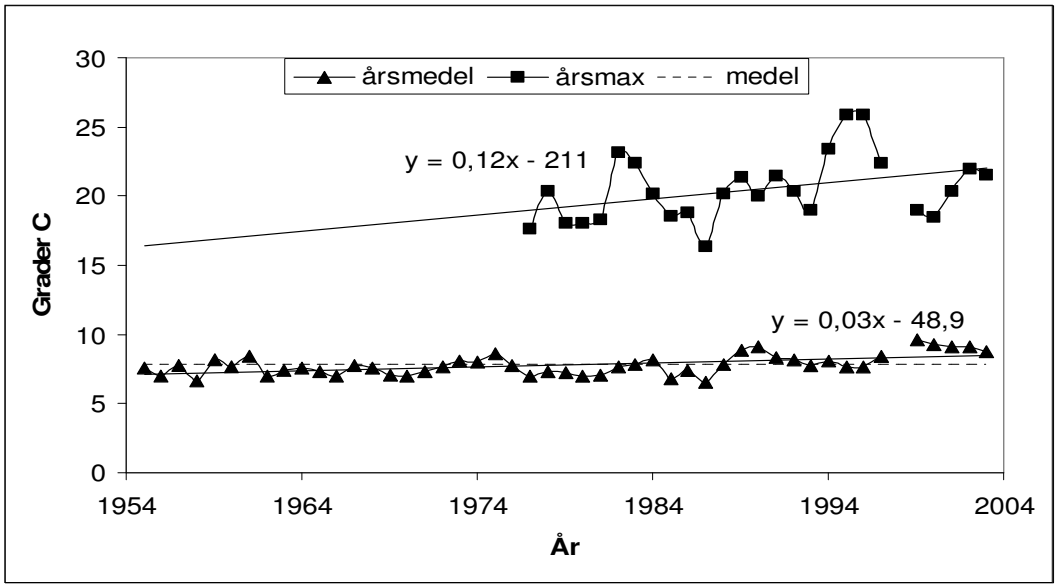
Tabell 12. Klimatadata på Visingsö. Medel för 1961-1990. (Källa www.SMHI.se).

Medeltemp (°C)	6,6
Nederbörd (mm/år)	470
Soltimmar (h/år)	Ca 1700
Avdunstning (mm/år)	Ca 500
Avrinning (mm/år)	100 (200)

Vattentemperatur

Fram t o m 1997 mättes vattentemperaturen i Vättern vid bl a utloppet i Motala av SMHI. Efter 1997 finns vattenverkens intagsledningar för temperaturmätningar vilka kan användas för att fortsätta mätserien. Motala vattenverk har ett intag på 5 m djup i Motalabukten som registrerar vattentemperaturen vid intagspunkten vilken kan anses vara representativ för fortsatta mätningar efter 1997.

Årsmedel för vattentemperaturen i Vättern mätt vid utloppet i Motala är 7,8ºC (1955-2003) med en högsta noterad dagstemperatur (1977-2003) på 25,9ºC (Figur 10). Medeltemperaturen per år har ett signifikant positivt samband med tiden och de senaste tio åren har ett flertal år uppvisat temperaturer konstant över medeltemperaturen sedan 1950-talet (Figur 10). Både årsmedel och årsmax ökar något varje år, med 0,03ºC respektive 0,12ºC.



Figur 10. Vattentempartur i Vättern 1955-2003. (Trianglar = årsmedel, fyrkant= maximala dygnstemperatur per år). Streckad linje indikerar medeltemperatur för perioden 1955-2003. Linjär regression för respektive dataperiod är dragen.

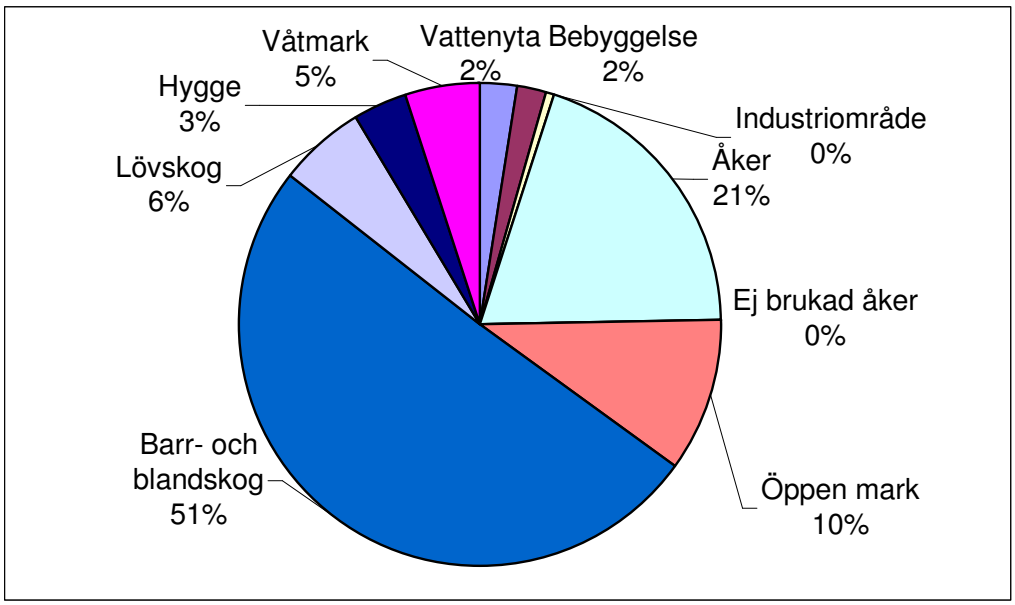
Markanvändning

Vätterns tillrinningsområde är förhållandevis litet jämfört med sjöns storlek och volym. Själva sjöytan är ca 1 900 km^2 vilket utgör ca 30 % av avrinningsområdet (tillrinningsområdet tillsammans med sjöytan). Om själva Vätterns sjöyta borträknas domineras omlandet av barr- och blandskog vilket utgör dryga 50 % av omlandsarealen (Figur 11 och Figur 12). Barrskogen finns runt hela sjön med visst undantag från östgötaslätten (området kring Tåkern) som lokalt domineras av åkermark.

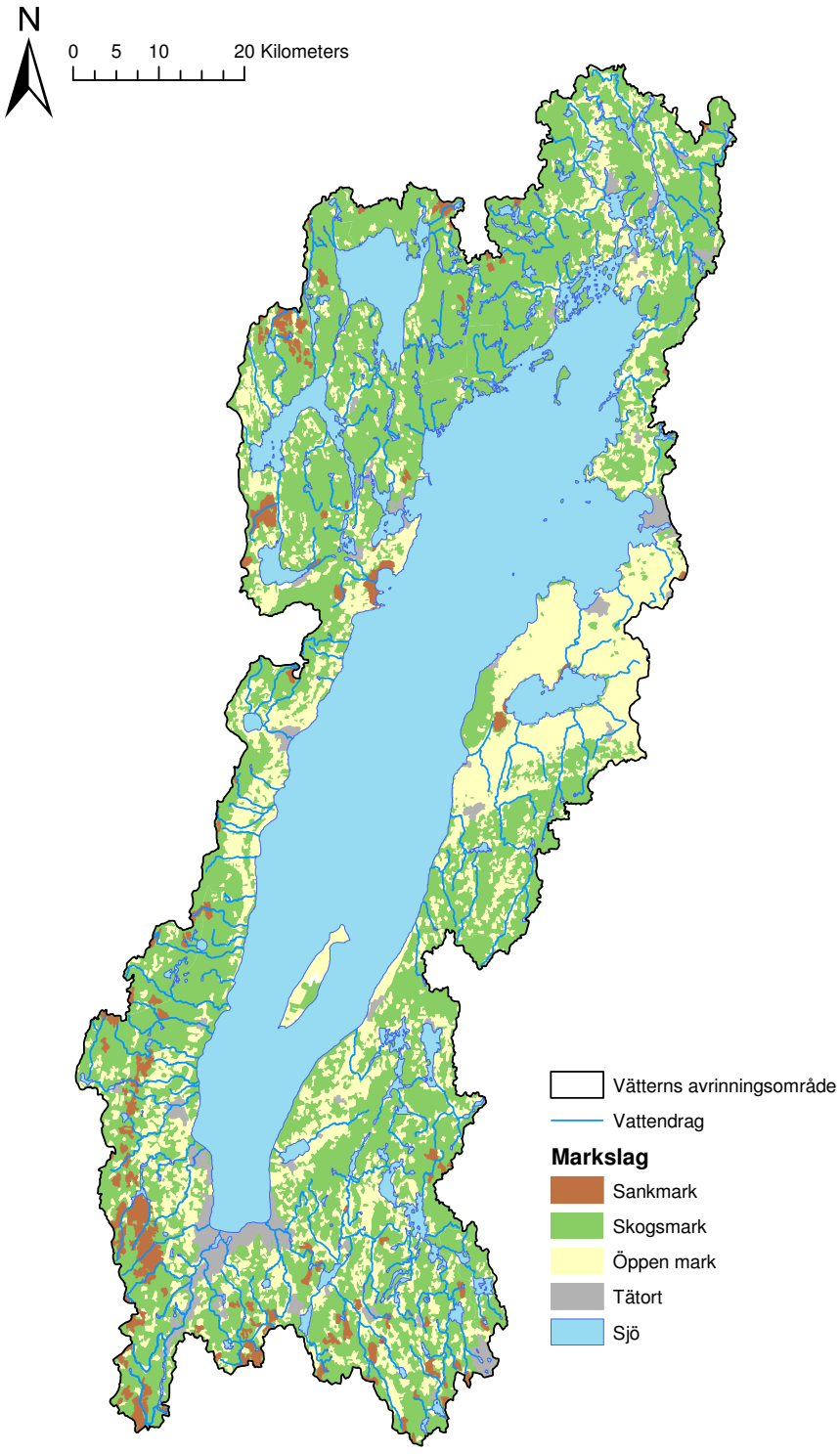
Åkermark tillsammans med annan öppen mark är den näst mest dominerande marktypen med dryga 30 % av arealen runt sjön (Figur 11 och Figur 12). Stora barrområden finns framför allt i de södra delarna, västra delen (Hökensåsryggen) samt vidare norrut på västra sidan där bl a

Tiveden utgör ett stort skogsområde. Lövskog är däremot förhållandevis ovanlig och utgör endast 6 % av arealen (Figur 11 och Figur 12). Lövskogen förekommer framför allt utmed den s.k. östra Vätternbranten som hyser flera ädellövträdsarter med t ex bok, lönn och lind. Gråal förekommer främst på östra sidan och är en s.k. värmerelikt och på Omberg finns ett stort bokskogsområde. Den öppna marken som utgörs av glest beskogad mark eller buskmark står för en något större del av arealen (10 %).

Våtmarker har under de senaste hundra åren minskat gradvis och finns idag i ca 5 % av tillrinningsområdet (Figur 11 och Figur 12). I en sammanställning över våtmarker från historiska kartor (1800-tal) jämfört med arealen idag har man funnit att t ex i Hjoåns avrinningsområde har 2/3 av all våtmark utdikats eller försvunnit jämfört med 1990[13]. Andra sjöar av någon storlek att tala om är förhållandevis ovanligt och endast några procent av arealen utgörs av andra sjöar. Bland exempel av de till ytan största sjöarna i tillrinningsområdet finns Unden, Viken, Tåkern, Örlen, Ören, Bunn och Landsjön.



Figur 11. Fördelning av olika markanvändning inom Vätterns avrinningsområde.



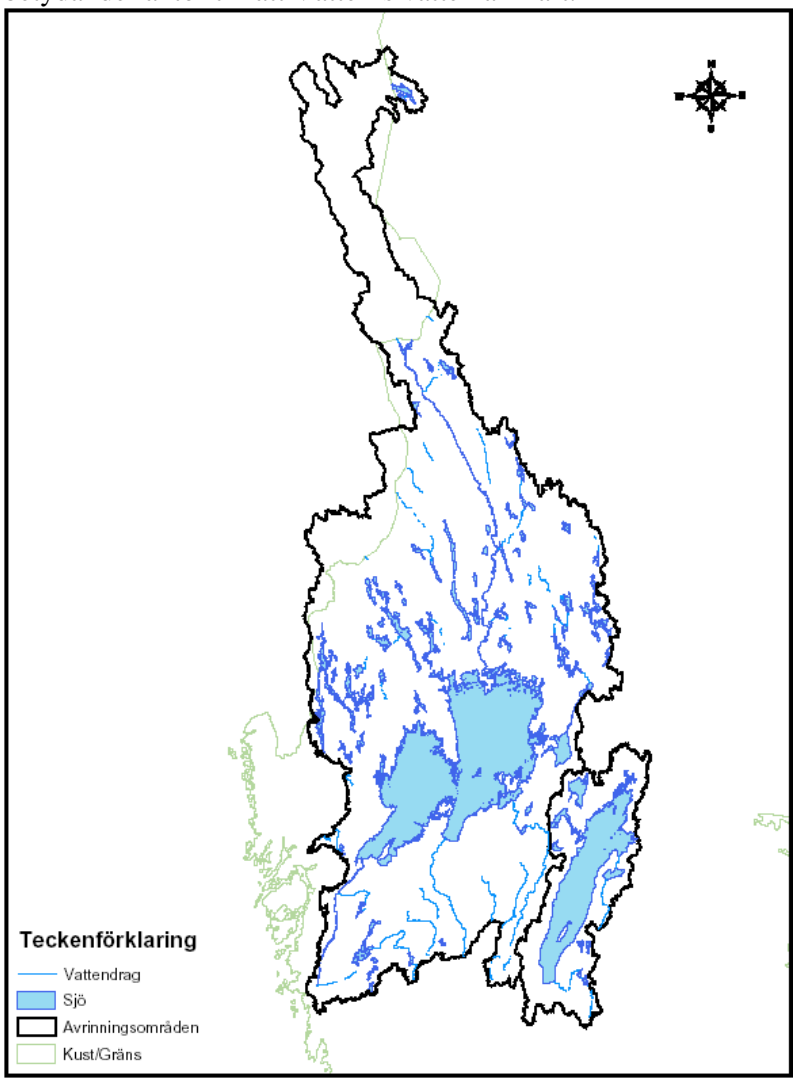
Figur 12. Markanvändning inom Vätterns avrinningsområde.

Hydrologi

Allmänt om tillrinningsområd, topografi och sjömorfologi

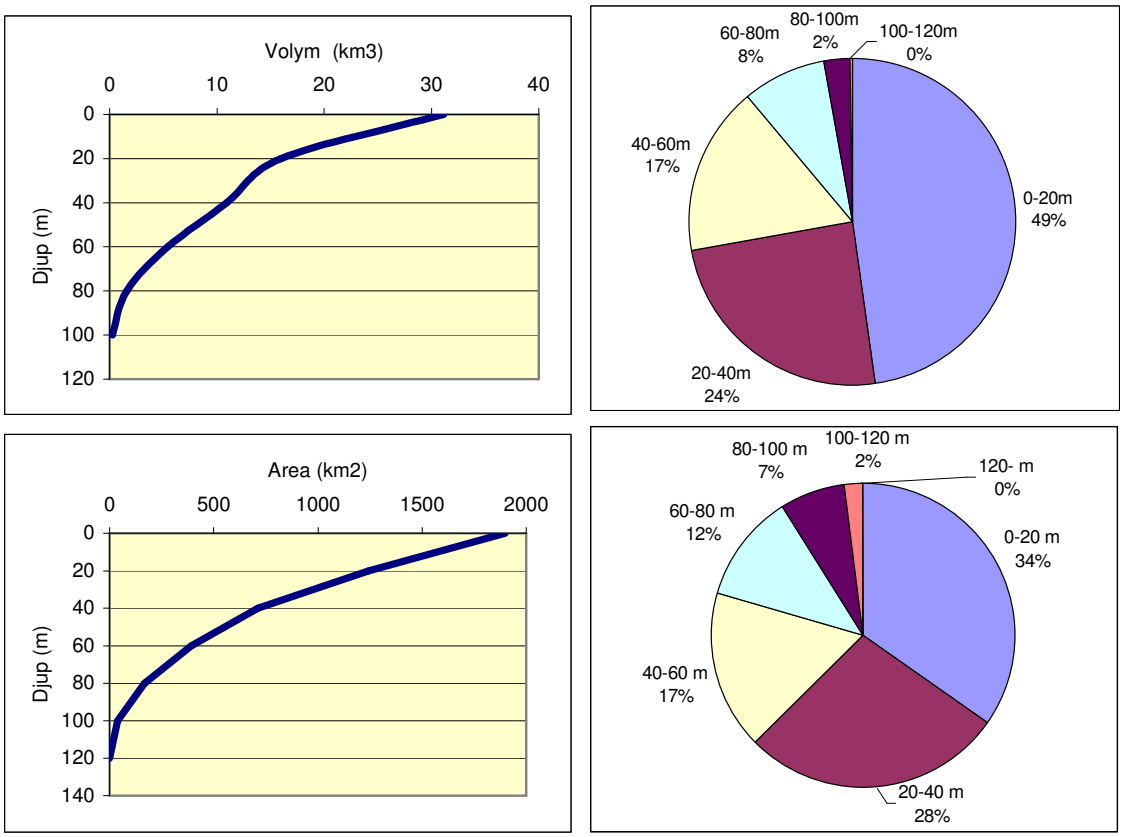
Vättern har ett i förhållande till sjöns storlek relativt litet tillrinningsområde. Hela ytan som tillförs nederbörd utgörs av 6 700 km^2 och själva sjöytan utgör nästan en tredjedel av detta (1 970 km^2). Detta kan jämföras med t ex Vänern som har en sjöyta (5 650 km^2) i förhållande till avrinningsområdets yta (46 800 km^2) på 1:8 (Figur 13).

Det som bestämmer sjöns uppehållstid är förutom själva tillrinningsområdets storlek även sjödjupet, d v s sjövolymen. Vättern har ett medeldjup på ca 40 m vilket ger en sjövolym på ca 74 km^3. Den stora volymen i kombination med tillrinningsområdets area medför en teoretisk utbytestid på ca 60 år, vilket är ovanligt för sjöar. Den långa utbytestiden medför att tillfört material kvarstannar i sjön. Tillfört material kan antingen sedimentera, brytas ned biologiskt/kemiskt eller cirkulera i vattenmassan under lång tid. Den långa uppehållstiden är en betydande faktor till att Vätterns vatten är klart.

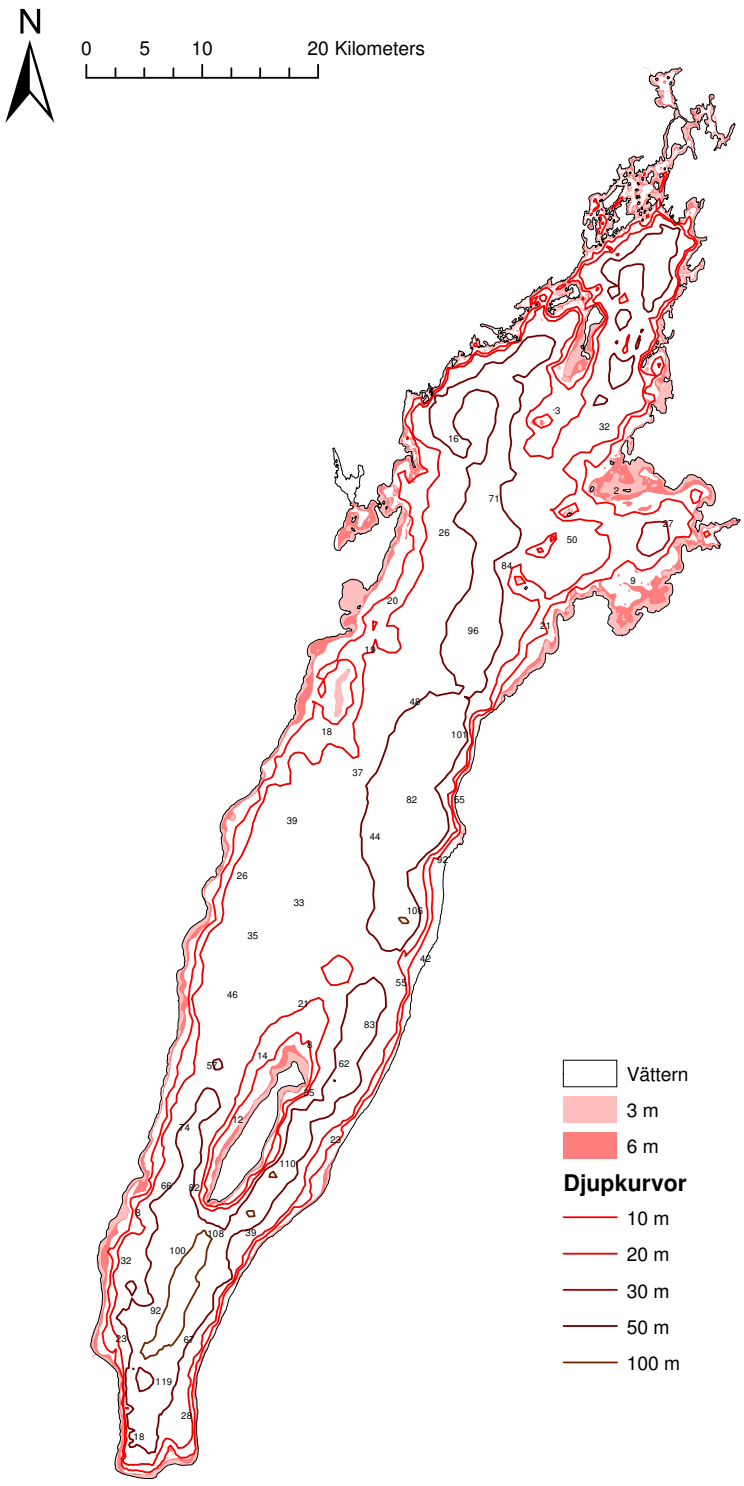


Figur 13. Vänerns och Vätterns avrinningsområde.

Vätterns nuvarande vattenyta ligger ca 88,5 meter över havet (medelvattenstånd) med en förhållandevis liten variation, ca ± 0,3 m. Strax söder om Visingsö finns sjöns största djup, ca 128 meter (Tabell 13). Naturen invid sjöns östra strand sträcker sig ca 200 meter upp över vattenytan. Seismologiska mätningar visar att det är över 600 meters höjdskillnad mellan förkastningens högst belägna berggrund och den lägst belägna. Förkastningsbranten syns tydligast på sträcka mellan Huskvarna och Gränna.



Figur 14. Hypsografisk kurva och fördelning av volymen för olika djupintervall för Vättern. (från [10]).



Figur 15. Djupkarta över Vättern**.**

Tabell 13. Morfometriska och topografiska data för Vättern (från [10] och [11]).

Parameter	Storlek
Maximala längd	135 km
Maximala bredd	31 km
Medelbredd	13,7 km
Maximala djup	128 m
Medeldjup	39,8 m
Strandlinje	516 km
Strandlinje inom T län	158 820 m
Strandlinje inom O län	117 082 m
Strandlinje inom E län	141 208 m
Strandlinje inom F län	99 432 m
Sjöarea	1 912 km^2
Volym	74 km^3
Tillrinningsområde inkl sjöyta	6 360 km^2
Högsta/lägsta vattenstånd 1940-2000	88,95/87,92 möh
Nederbörd över sjöytan	Ca 500 mm/år eller 30m^3/s
Avdunstning över sjöyta	Ca 435 mm/år eller ca 26 m^3/s
Vattnets utbytestid	ca 60 år
Största/lägsta siktdjup sedan 1900	17,7 m/6.5 m
Antal skär, holmar, öar	11 899 st
Koordinater (enl SMHI)	X649029/y145550
Avrinningsområde (enl SMHI)	67 (Motala Ström)

Vattenstånd och vattenföring

Vattenståndet i Vättern har registrerats vid Motala sedan 1832. Dagliga observationer påbörjades 1858. Från och med 1926 har vattenståndet registrerats kontinuerligt. Det är således ett tämligen unikt datamaterial för vattenstånd som finns tillgängligt. På Vätternvårdsförbundets sekretariat finns det datalagt registreringar sedan 1900 och framåt.

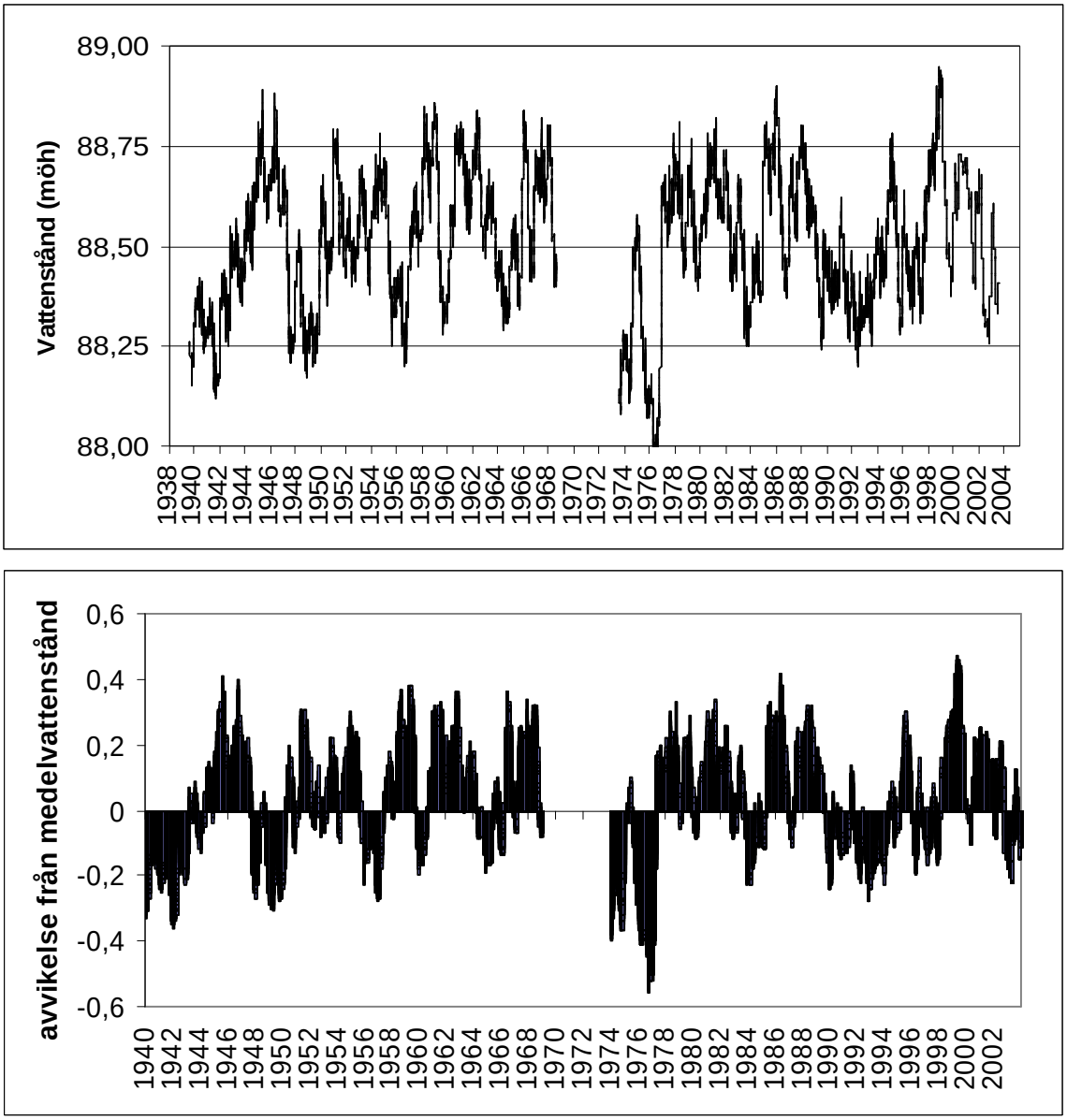
Vattenståndsmätningarna utgör en viktig del i den reglering av Vättern som finns vid Motala ström. Regleringen byggdes ut 1929 för kraftändamål. Totalt beräknas utbyggbar fallhöjd uppgå till 85 m i Motala ström, varav ca 83 m utnyttjas för kraftproduktion mellan Vättern och Bråviken. Regleringen jämförs med äldre data om Vätterns ”naturliga” d v s oreglerade yta så att det är den naturliga avbördningen som tappas. Detta betyder att Vättern inte har någon maxhöjd som styrs av regleringen utan anses som naturlig variation i magasinet.

Det finns flera vattendomar för Vättern. Vätternvårdsförbundet har uppgifter om 47 vattendomar rörande Vättern. Emellertid är det endast ca sju stycken som rör vattenstånd och reglering. Vättern steg under 1999 till ”ovanligt” höga nivåer (Figur 16). Som följd uppstod en hög erosion av stränder på flera ställen runt sjön.

Tabell 14. Karakteristika över vattenståndet i Vättern enligt gällande vattendom [14].

Benämning	Förteckning	Höjd över havet (m)
Högsta vattenstånd	HHW	+89,08
Normalt högvattenstånd	NHW	+88,66
Normalt medelvattenstånd	MW	+88,48
Normalt lågvattenstånd	NLW	+88,28
Lägsta vattenstånd	LLW	+87,98

I vattendomen[14] slås det också fast att vattenståndet endast får mätas i Motala, något som idag kan ifrågasättas. Det finns ett flertal peglar runt Vättern men dessa är inte gällande för regleringen. Utmärkande för vattenståndet i sjöar av Vätterns storlek och förutsättningar är att vattenståndsförändringarna sträcker sig över flera år.



Figur 16. Vattenståndet i Vättern 1940-2004 (överst) samt avvikelse från medelvattenstånd (underst). Data saknas för perioden 1969-1973.

Tillrinnande vattendrag

Landskapsbilden kring Vättern är varierande och präglas bland annat av de rikligt förekommande vattendragen, huvudsakligen bäckar och mindre åar. Flera av dessa tillflöden utgör viktiga lekområden för öring, flodnejonöga och harr vilket är av betydelse för arternas fortlevnad och fisket i Vättern. Många av vattendragen hyser även andra naturvärden bland både flora och fauna vilket sammantaget medför ett mycket högt skyddsvärde för vattendragen och dess närmiljöer. Totalt beräknas 148 vattendrag vara vattenförande året om, största tillflödet har Forsviksån (medelvattenföring ca 9 m^3/s) i väst och Huskvarnaån (medel ca 6 m^3/s) i sö-

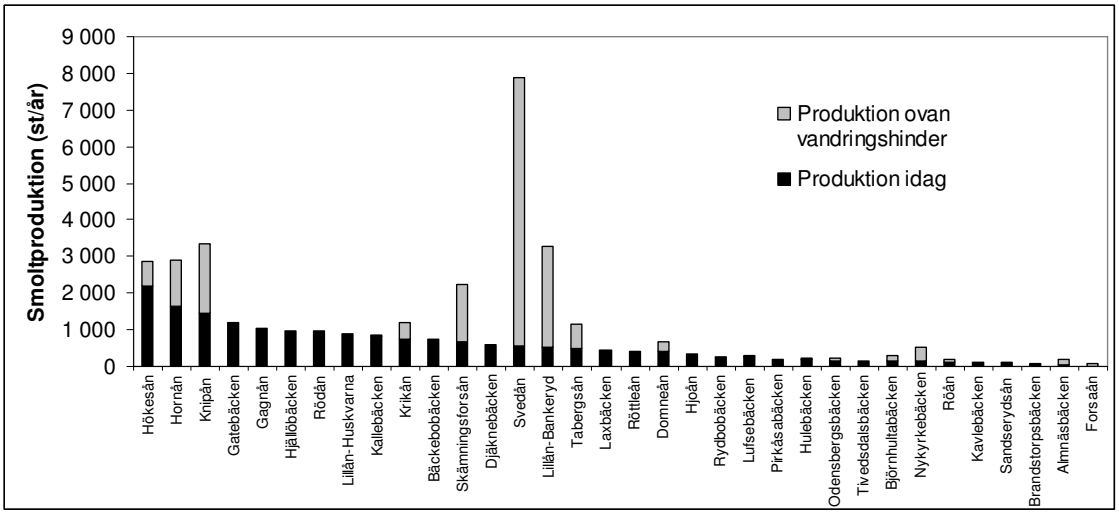
der. Genom vattenkraftsutbyggnad, avloppsutsläpp, försurning och annan påverkan har antalet vattendragssträckor med lämpliga livsmiljöer för harr och öring minskat betydligt.

Tabell 15. *Fördelning av vattendrag med vattenföring hela året runt per län runt Vättern*[15].

Län	Antal vattendrag
Västra Götaland	47
Örebro	20
Östergötland	15
Jönköping	66
Summa	**148**

Figur 17. Röttleån (till vänster) strömmar i en djup ravin ned till Vättern medan det största tillflödet till Vättern, Forsviksån, är dämd vid Forsviks Bruk (till höger).

Vätterns öring är av betydelse för både yrkes- och fritidsfisket i Vättern samtidigt som arten representerar betydande naturvärden både i Vättern och i Vätterbäckarna. Det fångas idag ca 8 - 10 ton öring årligen i Vättern. Bäckarna nyttjas som lek- och uppväxtområde varefter öringen vandrar ut som smolt för att tillväxa i Vättern. Tillgången på öring i Vättern styrs i stor utsträckning av hur mycket smolt som vandrar ut från bäckarna. De högproducerande bäckarna förekommer främst i Vätterns sydvästra del, inte minst i Habo kommun där 8 av dessa bäckar finns. Dagens beräknade produktion uppgår till totalt ca 20 000 smolt[15].



Figur 18. De viktigaste öringproducerande vattendragen till Vättern. Staplarna visar dagens produktion (utan några åtgärder) samt produktionspotentialen om öringen inte begränsas av artificiella vandringshinder utan kan nyttja hela sträckan till första naturliga hindret. (data från [15]).

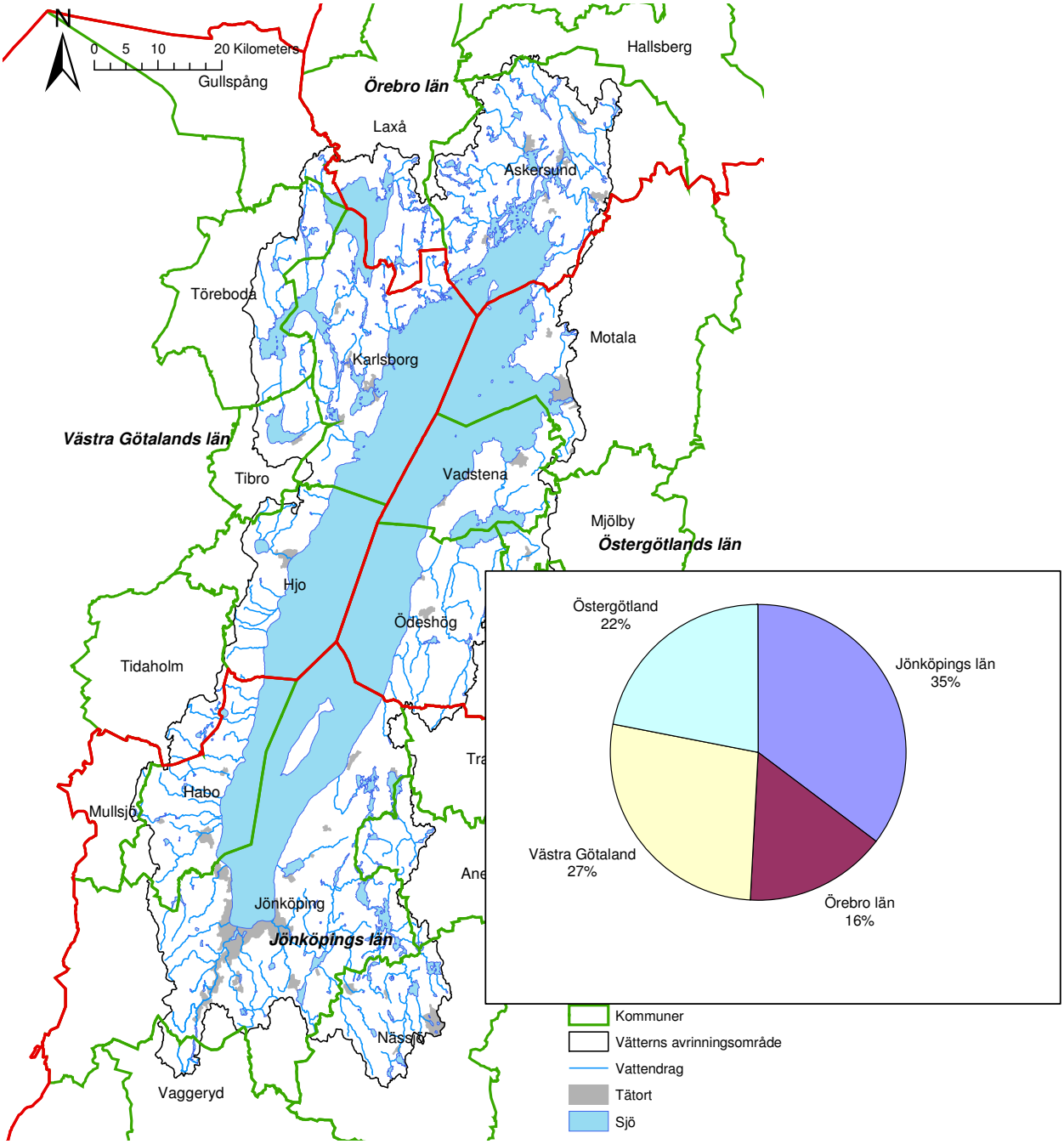
Det finns även möjligheter att öka produktionen av Vätteröring i Vätterbäckarna genom fiskevårdsåtgärder[15]. De största vinsterna kan göras genom att åtgärda vandringshinder men även genom biotopvård på rensade vattendragssträckor. Om de artificiella vandringshindren nedströms de första naturliga definitiva hindret åtgärdades i alla bäckar skulle ytterligare ca 20 000 öringsmolt tillkomma per år, d v s en fördubbling av dagens smoltproduktion[15] (Figur 18). Svedån är det vattendrag som har störst potential att genom åtgärder öka produktionen av Vätteröring och ytterligare tolv vattendrag bedöms ha en hög potential (Figur 18). Det sammanlagda antalet smolt som skulle tillkomma om biotopvård genomfördes på rensade sträckor, både på de delar av bäckarna där Vätteröringen idag förekommer samt ovan passerbara artificiella vandringshinder men nedströms det första naturliga hindret, beräknas vara mindre än 3 000 smolt.

Figur 19. I Hjällöbäcken (Hjo kommun) har dammen minskats och förlagts bredvid åfåran, i dammvall har man satt in en trumma där fisken kan passera. Stora delar av dammen är fortfarande kvar bredvid åfåran (till höger).

Administrativa gränser och befolkning

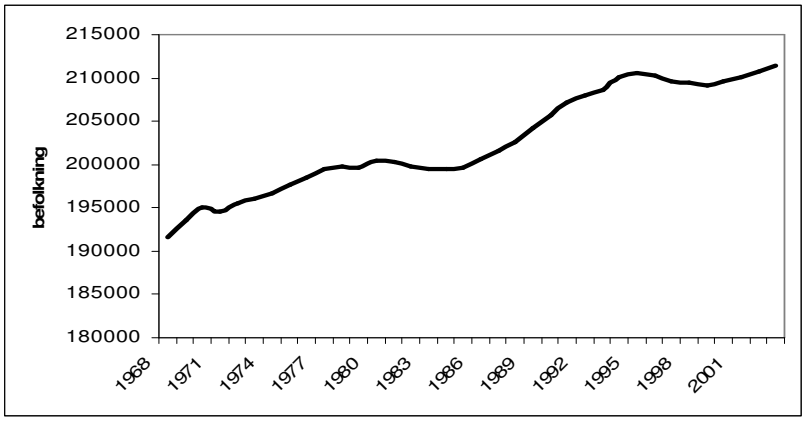
Gränser

Inom Vätterns avrinningsområde finns sammanlagt fyra län och tjugoen kommuner (Figur 20). Avrinningsområdet domineras av åtta kommuner vilka tillsammans ansvarar för drygt 80 % av ytan (inklusive sjöytan). Av de tjugoen kommunerna berörs således tretton i mindre grad.



Figur 20. Läns- respektive kommungränser inom Vätterns avrinningsområde (till vänster) samt procentuella fördelningen av tillrinningsområdets area (inkl sjöyta) mellan länen (till höger).

Inom avrinningsområdet finns 42 tätorter av vilka drygt hälften ligger i direkt eller nära anslutning till Vättern[1]. I direkt anslutning till Vättern bor ungefär 211 000 personer, de flesta i Vätterns södra område med städerna Jönköping och Huskvarna (ca 120 000 personer bor i Jönköpings kommun). I den första vattenvårdsplanen[1] gjordes prognoser för såväl befolkning som för t ex vattenuttag. Enligt prognosen från 1970 förutspåddes det att 275 000 personer skulle vara bosatta inom Vätterns avrinningsområde vid år 2000. Det blev således mindre än vad som förutspåddes på 1970-talet[1].



Figur 21. Sammanlagd befolkningsutveckling i Jönköping, Ödeshög, Vadstena, Motala, Askersund, Karlsborg, Hjo samt Habo kommun 1968-2003.

Tabell 16. Fördelning av kommuners area inom Vätterns tillrinningsområde (inklusive sjöytan) sorterade i storleksordning.

Kommun	Län	Area (km2)	Procent (%)
Jönköping	Jönköpings län	1382	21,7
Karlsborg	Västra Götalands län	795	12,5
Askersund	Örebro län	764	12,0
Ödeshög	Östergötlands län	573	9,0
Hjo	Västra Götalands län	489	7,7
Habo	Jönköpings län	429	6,7
Vadstena	Östergötlands län	408	6,4
Motala	Östergötlands län	356	5,6
Nässjö	Jönköpings län	263	4,1
Töreboda	Västra Götalands län	238	3,7
Laxå	Örebro län	224	3,5
Aneby	Jönköpings län	116	1,8
Tibro	Västra Götalands län	113	1,8
Mjölby	Östergötlands län	64	1,0
Tidaholm	Västra Götalands län	63	1,0
Vaggeryd	Jönköpings län	34	0,5
Gullspång	Västra Götalands län	28	0,4
Tranås	Jönköpings län	19	0,3
Mullsjö	Jönköpings län	11	0,2
Boxholm	Östergötlands län	6	0,1
Hallsberg	Örebro län	5	0,1
	SUMMA	**6378**	**100,0**

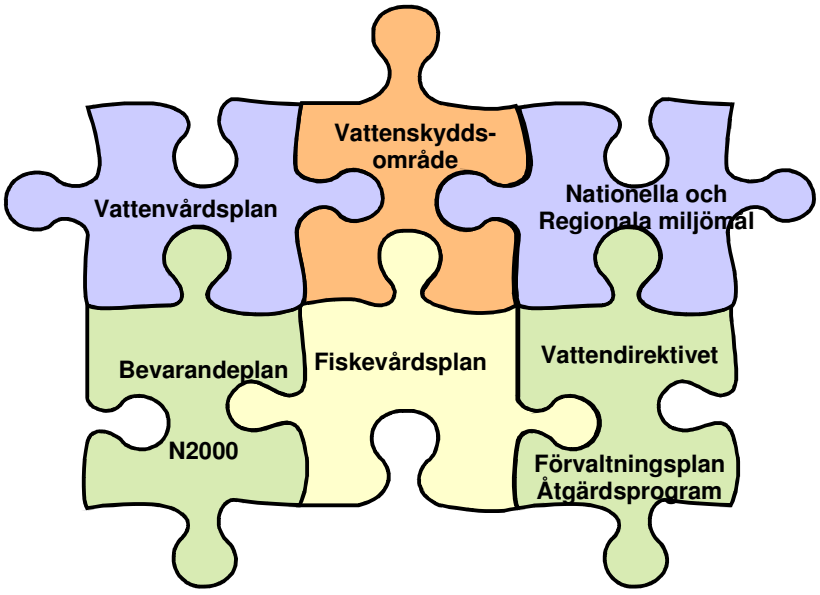
Städerna Skövde, Skara och Falköping, som ligger utanför Vätterns tillrinningsområde, får också sin vattenförsörjning från Vättern via vattenverket drivet av Skaraborgsvatten. Befolkningsutvecklingen i dessa städer studerades även 1970 men en jämförelse av dessa städer har inte gjorts i föreliggande avrapportering då dessa inte påverkar Vättern mer än den hänsyn som tas via förbrukad vattenmängd.

Sedan Vattenmyndigheterna etablerades i Sverige år 2002 tillhör Vättern och Motala Ströms avrinningsområde myndigheten för distriktet Sydöstra Östersjön. Vattenmyndigheten för detta distrikt har sitt säte i Kalmar.

Miljömål, lagar, förordningar och direktiv som berör Vättern

När de första undersökningarna om Vätterns vattenkvalitet initierades på 1950-talet fanns det få gemensamma styrmedel för vattenvården av Vättern. Förutsättningarna har sedan dess ändras radikalt. Till och med sedan den senaste vattenvårdsplanen 1996[16] har stora förändringar ägt rum inom vattenmiljöområdet, en ny miljölagstiftning har tillkommit i Miljöbalken, ett nätverk av skyddsvärda miljöer inom EU har växt fram inom de s.k. Natura 2000, Sverige har beslutat om nationella och regionala miljömål. Inte minst kommer vattenvården att beröras av flera EU-direktiv varav ramdirektivet för vatten[26] lett till att Sverige instiftat en nationell vattenmyndighet. Vidare skall vattentäkten Vättern skyddas mot störningar genom inrättande av vattenskyddsområde[19].

För att styrmedel (Figur 22) skall få genomslagskraft och fungera effektivt är det av största vikt att samtliga mål och dokument har samma inriktning för skyddet av Vätterns särart. Därför är det nödvändigt att bedömningarna sker utifrån ett gemensamt sakunderlag. Detta underlag tas främst fram genom de årliga undersökningarna och medföljande utvärderingar om miljötillståndet, samt genom föreliggande bakgrundsdokument och avstämning om Vätterns status. Sakunderlaget är något som Vätternvårdsförbundet kan anses ansvara för.



Figur 22. Schematisk skiss över olika ”dokument” som kommer att samverka för att skydda Vättern.

1. Nationella och regionala miljömål

Riksdagen antog i april 1999 de nationella miljökvalitetsmålen för 15 områden. Målen beskriver den kvalitet och det tillstånd för Sveriges miljö, natur- och kulturresurser som är ekologiskt hållbara på lång sikt. Regeringen har inrättat ett miljömålsråd som ansvarar för uppföljning av miljökvalitetsmålen. Miljökvalitetsmålen syftar till att:

- främja människors hälsa,
- värna den biologiska mångfalden och naturmiljön,
- ta till vara kulturmiljön och de kulturhistoriska värdena,
- bevara ekosystemens långsiktiga produktionsförmåga,
- trygga en god hushållning med naturresurserna.

Strävan är att vi till nästa generation ska ha löst de stora miljöproblemen. Det betyder att alla viktiga åtgärder i Sverige ska vara genomförda till år 2020 (2050 då det gäller klimatmålet). Naturen behöver dock tid för att återhämta sig och i några fall kommer vi inte att hinna nå den önskvärda miljökvaliteten, även om stora insatser görs.

För att konkretisera miljöarbetet, antog riksdagen hösten 2001–våren 2002 flera delmål på vägen till miljömålen. Delmålen anger inriktning och tidsperspektiv. Några utgör en del av hela miljökvalitetsmålet, andra utgör ett steg på vägen. Nya delmål kommer att behöva utvecklas efter hand. Förutom de 15 miljökvalitetsmålen behandlas också fyra övergripande miljömålsfrågor: Naturmiljön, Fysisk planering och Hushållning med mark och vatten samt Byggnader, Kulturmiljön och Hälsofrågor.

Figur 23. Symbolerna för Sveriges nationella miljömål (illustration Tobias Flygar).

Många av dagens miljöproblem - transporter, energianvändning, flöden av material, kemikalier och varor med mera – orsakas av ett fåtal aktiviteter. Därför kan vissa åtgärder leda till att fler än ett miljömål uppnås. Som en följd av detta har riksdagen fastställt att tre strategier ska vara vägledande i arbetet med miljökvalitetsmålen:

1. En strategi för effektivare energianvändning och transporter - för att minska utsläppen från energi- och transportsektorerna.

2. En strategi för giftfria och resurssnåla kretslopp som innefattar en miljöorienterad produktpolitik - för att skapa energi- och materialsnåla kretslopp och för att minska de diffusa utsläppen av miljögifter.

3. En strategi för hushållning med mark, vatten och bebyggd miljö - för ökad hänsyn till biologisk mångfald, kulturmiljö och människors hälsa, för god hushållning med mark och vatten, miljöanpassad fysisk planering och hållbar bebyggelsestruktur.

Länsstyrelserna runt Vättern ansvarar för att ta fram regionala miljömål och åtgärder för att uppfylla miljömålen. Kommande vattenvårdsplan för Vättern kommer att samordnas med nationella och regionala miljömål samt stämmas av gentemot dessa mål.

Tabell 17. Sammanställning över länens arbete med regionalisering av nationella miljömål samt hänsyn till Vättern (april 2004).

Län	Regionala mål*	Åtgärdsprogram	Hänsyn till Vättern
Jönköpings län	Ja, fastslagna. Miljömålen för Jönköpings län, 2002:39	Ja, för 4 av målen, samt remiss av ytterligare 4 mål	Tydlig hänvisning till vattenvårdsplan.
Västra Götalands län	Ja, fastslagna Miljömålen i Västra Götaland, 2003:19	Ja, tillsammans med Miljömålen	Vättern utpekas som ”särskild” sjö. Tydlig hänvisning till vattenvårdsplan.
Örebro län	Ja, remissversion Miljömål, åtgärder och indikatorer	Ja, remissversion	Hänsyn tas i samband med vattenvårdsplan.
Östergötlands län	Ja, fastslagna Mål i sikte, 2004:3	Ja, tillsammans med Miljömålen	Tydlig hänvisning till vattenvårdsplan.

** Avser Länsstyrelsernas publikationsnummer i respektive rapportserie.*

2. Miljöbalken

Miljöbalken[17], som trädde i kraft den 1 januari 1999, utgör en samordnad, breddad och skärpt miljölagstiftning för en hållbar utveckling. Den smälter samman regler från femton tidigare miljölagar. Bestämmelserna syftar till att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö. En sådan utveckling bygger på insikten att naturen har ett skyddsvärde och att människans rätt att förändra och bruka naturen är förenad med ett ansvar för att förvalta naturen väl.

Lagstiftningen har sedan länge utgjort det centrala verktyget för att omsätta miljöpolitiska principer till praktiska åtgärder. Genom miljölagarna och deras tillämpning har t ex försiktighetsprincipen (som exempelvis innebär att den som vill släppa ut ett ämne vars verkningar är ofullständigt kända måste kunna visa att utsläppen inte orsakar några olägenheter), PPP (polluter pays principle, dvs. principen att förorenaren ska betala för de skador som utsläppen vållar) och substitutions- eller produktvalsprincipen (regeln att tillverkare, importörer och försäljare av exempelvis kemiska produkter så långt det är möjligt måste byta ut skadliga ämnen mot sådana som är mindre riskabla) fått en konkret innebörd i svensk rätt och därigenom kunnat fylla viktiga funktioner i miljöarbetet.

Miljöbalken bildar en övergripande lagstiftning som rör all miljöpåverkan. För att miljöbalkens mål ska kunna uppnås ska dess regler tillämpas så att:

- människors hälsa och miljön skyddas mot skador och olägenheter, oavsett om dessa orsakas av föroreningar eller annan påverkan,
- värdefulla natur- och kulturmiljöer skyddas och vårdas,
- den biologiska mångfalden bevaras,
- mark, vatten och fysisk miljö i övrigt används så att en från ekologisk, social, kulturell och samhällsekonomisk synpunkt långsiktigt god hushållning tryggas, och
- återanvändning och återvinning liksom annan hushållning med material, råvaror och energi främjas så att ett kretslopp uppnås.

Enligt miljöbalken utgör Vättern riksintresse för följande saker:

- turismens och friluftslivets intressen ska särskilt beaktas vid bedömningen av tillåtligheten av expolateringsföretag eller andra ingrepp i miljön vid Vättern med öar och strandområden,
- natur och kulturvärden skall skyddas mot åtgärder som påtagligt kan skada natur- eller kulturmiljön vid Vättern med öar och strandområden,
- naturvården skall skyddas mot åtgärder som påtagligt kan skada natur- eller kulturmiljön vid Vättern med öar och strandområden,
- yrkesfiske skall så långt som möjligt skyddas mot åtgärder som kan påtagligt försvåra näringens bedrivande,
- totalförsvaret för utförandet av anläggningar som behövs.

3. Vattenskyddsområde

Länsstyrelse och kommun bör verka för att vattenskyddsområden skapas för åtminstone samtliga allmänna vattentäkter och större enskilda egna eller gemensamma vattentäkter[18]. Även grund- och ytvattentillgångar, som kan antas komma att utnyttjas för vattentäkt, bör skyddas. Ett vattenskyddsområde bör omfatta vattentäktens tillrinningsområde, såvida inte beslutsunderlaget visar att skyddssyftet kan uppnås genom fastställande av ett mindre område som vattenskyddsområde.

Vid avgränsningen av ett vattenskyddsområde för yt- eller grundvattentäkt bör särskilt övervägas om befintliga verksamheter eller anläggningar, som kan ha betydelse för att uppnå syftet med vattenskyddsområdet, behöver ligga inom skyddsområdet för att på så sätt omfattas av föreskrifterna för vattenskyddsområdet. Ett vattenskyddsområde bör också kunna omfatta en grus- och sandförekomst som har betydelse för vattenförsörjningen och som genom sin förmåga att rena eller härbärgera vatten kan användas för konstgjord grundvattenbildning genom infiltration av ytvatten. Ett område för återinfiltration av grundvatten bör också kunna omfattas. Om ett vattenskyddsområde eller ett tillrinningsområde till detta berör två eller fler kommuner, bör beslutet om att inrätta vattenskyddsområdet fattas av länsstyrelsen.

Föreskrifter för vattenskyddsområden[19] bör utformas så att de säkerställer ett tillräckligt skydd på både kort och lång sikt, d v s i ett flergenerationsperspektiv. De bör anpassas efter lokala förhållanden och efter skyddsbehovet. Föreskrifter för vattenskyddsområden kan behöva utformas så att de medför långtgående inskränkningar i rätten att förfoga över fastigheter. Ett vattenskyddsområde bör delas in i zoner med föreskrifter som är anpassade efter de naturgivna förhållandena och skyddsbehovet i respektive zon. Ett vattenskyddsområde kan delas in i vattentäktszon, primär respektive sekundär skyddszon och vid behov tertiär skyddszon.

I föreskrifterna bör beaktas konsekvenserna både av plötsliga och kontinuerliga utsläpp från föroreningskällor. Det kan gälla såväl punktkällor som diffusa föroreningskällor. Vissa verksamheter bör förbjudas inom ett vattenskyddsområde. Detta gäller t.ex. sådana verksamheter som kan ge upphov till irreversibla skador eller skador som kan få långtgående konsekvenser för vattnets kvalitet och kvantitet. Skadorna kan antingen bero på enskilda utsläpp eller på den sammanlagda effekten av många små utsläpp eller på konsekvenser av ingrepp i miljön. Inskränkningar i rätten att förfoga över fastigheter bör vid behov omfatta både pågående verksamheter och tillkommande verksamheter.

4. Ramdirektivet för vatten[26]

Tanken med Vattendirektivet är att få en sammanhållen och övergripande lagstiftning som ser till helheten. Detta, tillsammans med nya arbetssätt och en organisation som utgår från avrinningsområden– naturens egna vattengränser – är tänkt att leda till att EU-ländernas resurser samordnas bättre, inom och mellan länderna, för att komma till rätta med brister i vattenmiljön. Enligt kommissionen skall direktivet ”i framtiden att utgöra grunden för Europeiska unionens vattenstrategi”. Det väntas leda till stora förbättringar när det gäller den hållbara och samordnade förvaltningen av våra vattenresurser och för första gången kommer vatten avsett för alla typer av användningsområden att omfattas av en och samma rättsakt”.

EU:s ramdirektiv för vatten, eller i dagligt tal Vattendirektivet, antogs år 2000. Målet är att uppnå god vattenstatus till 2015. Detta gäller för grundvatten, sjöar, vattendrag, vatten i övergångszonen och kustvatten. För att nå detta mål så skall man först göra en fysisk beskrivning av vattensystemet, kallad karakterisering. Detta innebär att för en sjö ta fram uppgifter om area, medeldjup, höjd över havet, geologi och ekoregion. Dessa uppgifter används till att dela in vattensystemet i vattenförekomster. Varje vattenförekomst delas sedan in i olika grupper beroende på sina förutsättningar. Denna indelning används sedan för ta reda på hur stor avvikelse från ursprunglig (opåverkade) ekologisk status vattenförekomsten är. Samtidigt sammanställs vilka mänskliga verksamheter som påverkar ekosystemet t ex industriutsläpp, dagvatten, dammar, jordbruk mm. Detta skall rapporteras till EU i början av 2005.

2006 skall ett miljöövervakningssystem som är anpassat till Vattendirektivet upprättas och rapporteras till EU. Det nya i systemet är att man kommer att fokusera mera på biologiska provtagningar (bottenfauna, vattenväxter, fisk och plankton) samt en utökad övervakning av 36 prioriterade förorenande ämnen. Fram till 2009 skall man ta fram en förvaltningsplan och en åtgärdsplan för varje avrinningsdistrikt. Dessa planer skall tas fram i samarbete mellan myndigheter och allmänheten. Efter 2009 kommer man att göra om förvaltningsplanerna och åtgärdsplanerna var 6: e år. En viktig del i Vattendirektivet är att engagera allmänheten och de som kommer i kontakt med vatten på något sätt i miljöarbetet.

Sverige har 5 avrinningsdistrikt med var sin vattenmyndighet. Vattenmyndigheten är kopplad till en Länsstyrelse i varje distrikt. Bottenviken (Norrbotten), Bottenhavet (Västernorrland), Norra Östersjön (Västmanland), Södra Östersjön (Kalmar) och Västerhavet (Västra Götaland). Alla Länsstyrelser i Sverige kommer ha ett sekretariat som tar fram underlaget till vattenmyndigheterna. Det är meningen att miljöskadan skall betalas av den som orsakar den. Man kommer även att göra en ekonomisk analys av de ekonomiska incitament som finns i ett avrinningsområde t ex vattenuttag, utsläpp av miljöstörande ämnen mm.

Det som är speciellt och nytt med Vattendirektivet kan kort sammanfattas så här:

- samordnad och förbättrad lagstiftning,
- långsiktigt skydd för alla typer av vatten,
- målet är god vattenstatus – bevarad och förbättrad vattenkvalitet och ingen försämring,
- kombinerat tillvägagångssätt för att nå målet,
- tryggad tillgång på vatten,
- vattenplanering och administration med avrinningsområden som utgångspunkt,
- deltagande, vattensolidaritet och öppna redovisningar,
- prislapp på vattnet,
- gemensamt genomförande och vägledningar,
- vattenvård över politikområdesgränser.

Lite drastiskt kan sägas att grundtanken med vattendirektivet stämmer väl överens om det arbetssätt som man runt Vättern enades om för snart 50 år sedan och där Vätternvårdsförbundets arbetssätt idag utgör en viktig del i direktivets helhet.

5. Natura 2000

1979 antogs fågeldirektivet[20] och 1992 också habitatdirektivet[21] (habitat = livsmiljöer) där Natura 2000 ingår. Dessa två direktiv är grunden för EU:s naturvårdspolitik vilken i sin tur har rötter i internationella överenskommelser. Den viktigaste är konventionen om biologisk mångfald, som antogs vid FN:s miljökonferens i Rio 1992. Målet var att ha färdigt nätverket till år 2000 och att hänsyn om naturen ska prägla 2000-talet. Arbetet skulle vara klart och operativt under 2004. Varje land väljer ut sina områden och gör det med utgångspunkt från de listor över livsmiljöer och arter som finns i habitat- och fågeldirektiven.

Gynnsam bevarandestatus – ett nyckelbegrepp

Natura 2000 innebär att alla EU-länder ska vidta åtgärder för att naturtyper och arter i nätverket ska ha så kallad gynnsam bevarandestatus. Det innebär att de ska finnas kvar långsiktigt. En rad faktorer kan påverka bevarandestatusen:

- För **naturtyper** kan det handla om att området är tillräckligt stort, att viktiga strukturer och funktioner finns, att de arter som är typiska för området är livskraftiga. En högmosse behöver vara oförändrad i storlek och vattentillgången får inte försämras genom dikning. Att ljungpipare och trana häckar regelbundet kan också vara ett mått på gynnsam bevarandestatus för en högmosse.

- För en **art** kan det handla om att tillräckligt många individer finns inom området, att reproduktionen sker, och att artens livsmiljö är tillräckligt stor. Den större vattensalamandern behöver en damm att fortplanta sig i, samt att det finns ett lövskogsområde nära intill där den kan övervintra.

Förvaltningsplaner kan reglera hur en hel näring använder ett skyddsvärt område. Vad som ska gälla för varje enskilt Natura 2000-område ska finnas i en särskild bevarandeplan, en för varje område. Den ska beskriva mer exakt vilka värden som ska bevaras, vilka åtgärder som behövs och när de ska genomföras. Syftet och målet med bevarandet ska beskrivas. Här görs också en bedömning om det finns behov av restaurering och vilket skydd eller skötsel som behövs. Planen ska redogöra för vilka verksamheter eller åtgärder som eventuellt kan hota de

arter eller livsmiljöer som ska skyddas enligt Natura 2000. Bevarandeplaner kommer att innehålla viktig information för ett tillståndsärende.

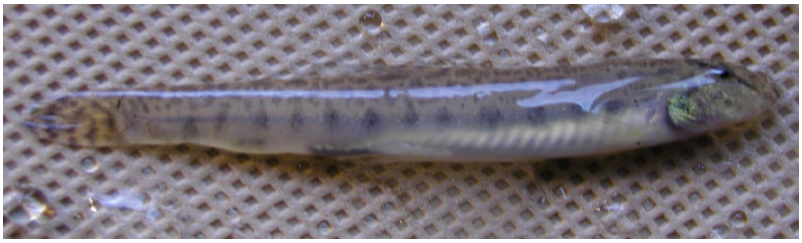
Bevarandeplanen ska tas fram av länsstyrelsen i en process med markägarna och områdets andra intressenter såsom kommunen och lokala föreningar. De informeras så att de kan vara med och påverka hur områdets framtid ska se ut. Eventuella hot mot värdenas långsiktiga bevarande identifieras innan man kommer fram till hur området bäst bör skötas och bevaras långsiktigt. Ingrepp eller åtgärder som på ett betydande sätt kan påverka miljön i ett Natura 2000-område kräver tillstånd från länsstyrelsen. Ingreppet kan tillåtas om det utformas så att områdets naturvärden även i fortsättningen har en gynnsam bevarandestatus. För närvarande är en bevarandeplan för Vättern under framtagande gemensamt för samtliga fyra Vätternlän.

Vart sjätte år skall varje medlemsland lämna en rapport till EU-kommissionen om hur direktivet har genomförts, bl a bevarandestatusen hos naturtyper och arter. Sverige lämnade sin första rapport år 2001.

För Vättern gäller både artdirektivet och habitatdirektivet. Bland arter kan nämnas nissöga och stensimpa, samt ett antal fågelarter. Beträffande habitatdirektivet är det två naturtyper som gäller, båda riktade mot det klara vattnet med bottenvegetation.

Tabell 18. Åberopade skäl till att Vättern är natura 2000-objekt (se även Tabell 21).

Direktiv	Orsak
Artdirektivet	Nissöga och stensimpa
Habitatdirektivet	• 3140 kalkrika ologo-mesotrofa vatten med bentiska kransalger • 3130 oligo-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs och annuell vegetation på exponerade stränder
Fågeldirektivet	Fiskgjuse, Fisktärna, Silvertärna, Svarthakedopping och Vitkindad gås

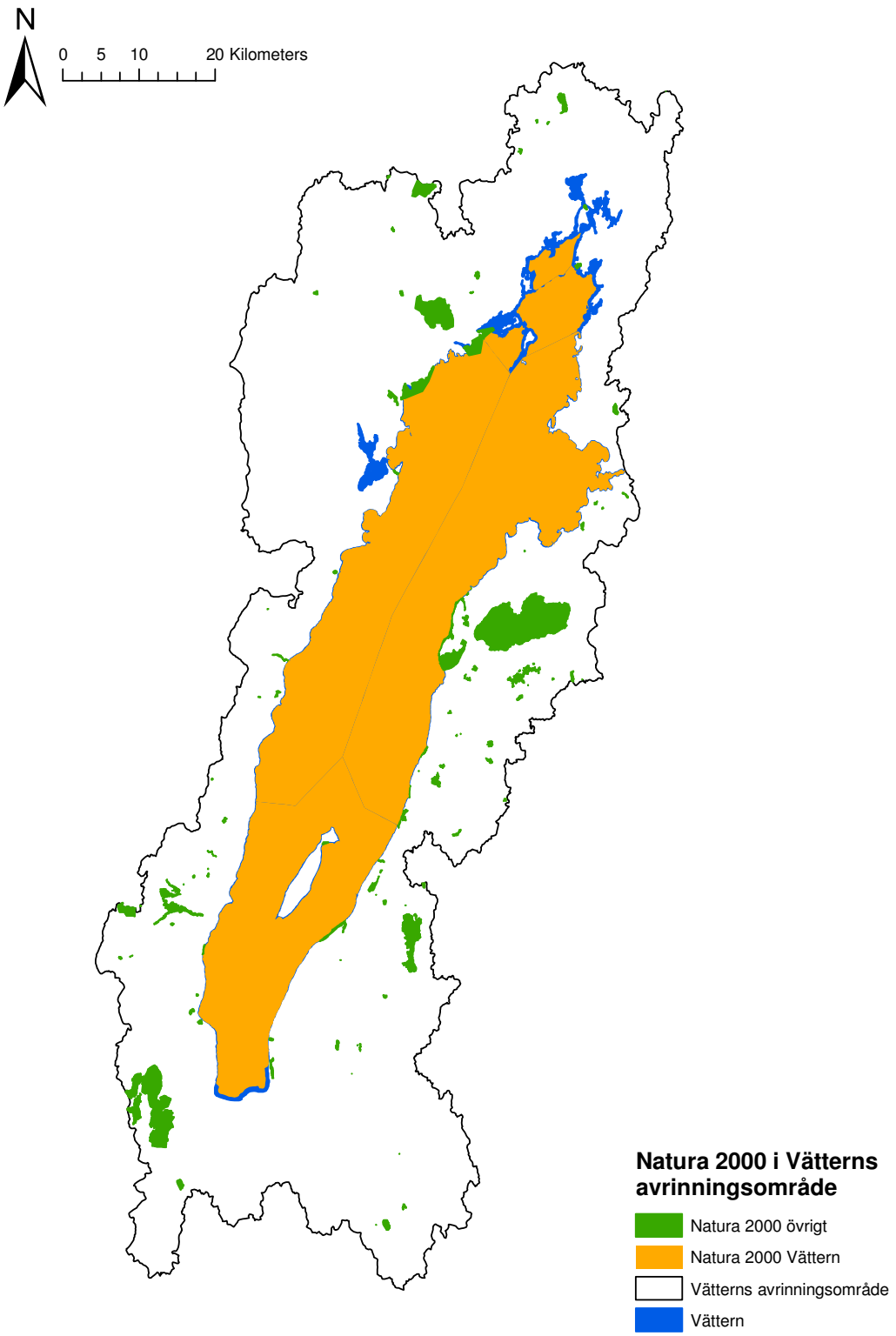


Figur 24 Kransalger (*Chara sp, foto Roland Bengtsson*) och nissöga är delar av varför Vättern berörs av s k Natura –2000 bestämmelser.

Inom Vätterns tillrinningsområde finns ett flertal olika natura 2000 objekt, flera av dem belägna på land i form av skogar, ängar etc. Till ytan är Vättern det största enskilda objektet med sina 1940 km^2. Totalt finns (2003) drygt 170 natura 2000 objekt inom avrinningsområdet omfattande totalt ca 150 000 ha (Tabell 19).

Tabell 19. Beskrivning av N2000 områden inom Vätterns tillrinningsområde (även Vättern är medräknat).

Län	Antal områden	Areal (ha)
Örebro län	21	20 500
Västra Götalands län	16	6 100
Östergötlands län	73	71 187
Jönköpings län	62	57 612
Summa	**172**	**155 399**



Figur 25. De Natura 2000 objekt som finns inom Vätterns avrinningsområde.

Avstämning av vattenvårdsplan Vättern 90 och Vättern 96

Vätternvårdsförbundet har genom åren utvecklat flera miljömål vilka samtliga kan sägas vara föremål för utvärdering i detta sammanhang. Föreliggande utvärdering har dock begränsats till de aktuella och formellt gällande vattenvårdsmålen. Nedan föreslås ett antal indikatorer för att belysa olika måluppfyllelser för de mål som tidigare planer angivit.

I Vättern 90[5] och Vättern 96[16] anges de övergripande miljömålen för Vättern.

Vätternvårdsförbundet har till syfte att arbeta för vården av sjön Vättern genom att:

- söka påverka samhällsplanering och annan verksamhet av betydelse för vattenförhållandena Vättern så, att natur- och miljövårdsintresset främjas,
- bedriva och samordna undersökningar och miljöövervakning av Vättern och dess tillflöden,
- i samarbete med Länsstyrelserna svara för årlig utvärdering av denna undersöknings- och kontrollverksamhet,
- initiera konkreta åtgärder baserat på de olika åtgärdsgruppernas resultat, samt samordna och sprida information om sjön Vättern och om hur den vårdas.

Vätternvårdsförbundet avser att verka för följande övergripande miljömål.

- Bevara Vättern som en näringsfattig klarvattensjö med ett för sjön naturligt, väl fungerande ekologiskt system.
- Bevara Vättern som ett riksintresse för yrkesfiske och naturvård.
- Bevara Vättern för friluftsliv och rekreation.
- Säkerställa Vätterns vattenkvalitet med avseende på sjön som vattentäkt.

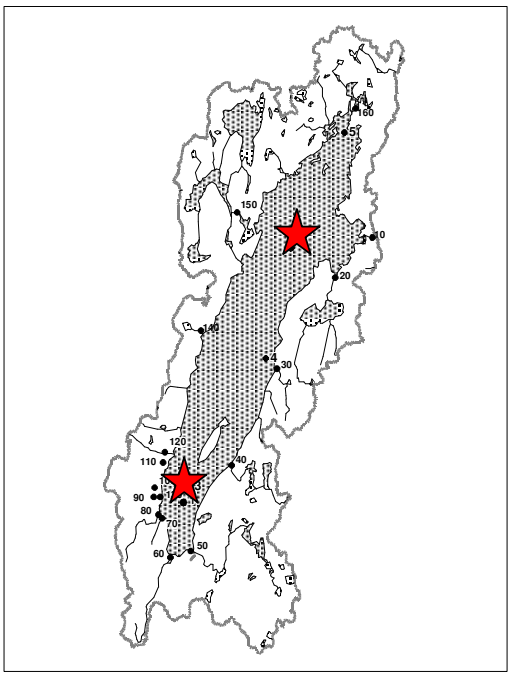
Miljökvalitetsmål för Vättern

Kvalitetsmålen syftar till att omsätta de övergripande miljömålen till konkreta belastningsgränser, önskvärda koncentrationer i vatten eller sediment samt till innehåll av miljögifter i organismer. Där så har varit tillämpligt har dessa kvalitetsmål samordnats med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag[47]. Kvalitetsmålen gäller för miljön i Vätterns huvudbassäng representerade av de båda provtagninsgsstationerna Edeskvarna i söder och Jungfrun i norr (Figur 26). I föreliggande rapport har medelvärden för de båda stationerna använts för de vattenkemiska målen.

Två typer av kvalitetsmål tillämpas:

- **Långsiktiga miljökvalitetsmål** som bör uppnås på sikt och som är nödvändiga att uppnå för att de övergripande miljömålen skall kunna uppfyllas.

- **Kortsiktiga miljökvalitetsmål** som är realistiska att uppnå inom några år och utgör delsteg för att nå de långsiktiga miljömålen. De kortsiktiga miljömålen bör vara uppnådda vid sekelskiftet år 2000.



Figur 26. Provtagningsstationer i Vättern. Stjärnorna markerar där vattenkemi representerande ”utsjön” provtas.

Belastningsmål för Vättern

För att kvalitetsmålen i Vättern skall kunna uppnås krävs att belastningen på sjön minskar. Kvalitetsmålen har därför omsatts till belastningsmål. Även belastningsmålen är indelade i lång- och kortsiktiga mål.

Presentationssätt

De för Vättern uppsatta miljömålen presenteras i form av föreslagna indikatorer för respektive mål, en tolkad text till var indikator och en sammanfattad bedömning i form av ”glad, neutral och ledset ansikt”. Efter varje mål ges en synopsis över målutfallet i helhet.

Tabell 20. Symboler och dess innebörd som används vid utvärdering av miljömål. (från www.miljomal.nu)

Utfall	Innebörd
☺	De nuvarande förhållandena är, om de säkerställs och fattade beslut genomförs i väsentliga delar, tillräckliga för att miljökvalitets-målet/delmålet ska kunna nås inom den utsatta tidsramen.
😐	Miljökvalitetsmålet/delmålet är möjligt att nå i tillräcklig grad/utsträckning inom tidsramen men ytterligare förändringar/åtgärder krävs.
☹	Miljökvalitetsmålet/delmålet är mycket svårt att nå i tillräcklig grad/utsträckning inom den utsatta tidsramen.

Utvärdering av tidigare vattenvårdsplan

Nedan följer en utvärdering av de miljökvalitetsmål samt belastningsmål som antogs i Vättern 96. Utvärderingen sker för respektive målparameter, t ex kväve, parallellt för både kvalitetsmål och belastningsmål.

Övergripande miljömål

De fyra övergripande miljömålen i Vättern 90 och Vättern 96 har för tydlighetens skull delats upp i totalt sex olika delmål i föreliggande utvärdering.

Vätternvårdsförbundet avser att verka för följande övergripande miljömål:

1. Bevara Vättern som en näringsfattig klarvattensjö.
2. Bevara Vättern med ett för sjön naturligt, väl fungerande ekologiskt system.
3. Bevara Vättern som ett riksintresse för yrkesfiske.
4. Bevara Vättern som ett riksintresse för naturvård.
5. Bevara Vättern för friluftsliv och rekreation.
6. Säkerställa Vätterns vattenkvalitet med avseende på sjön som vattentäkt.

Måluppfyllelse

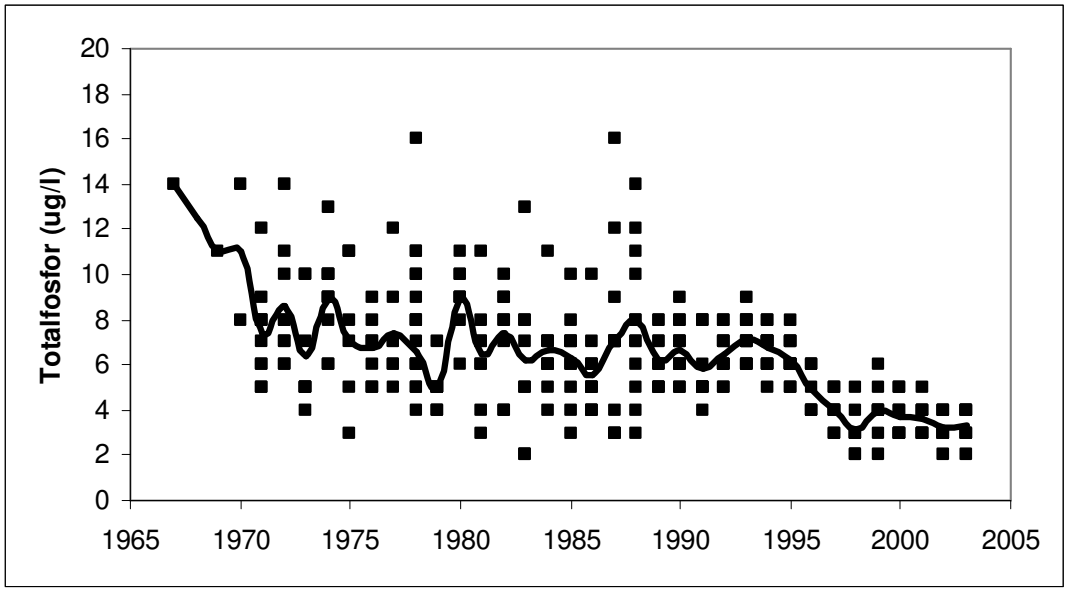
Delmål 1: Bevara Vättern som en näringsfattig klarvattensjö

Använda indikatorer för delmål 1:

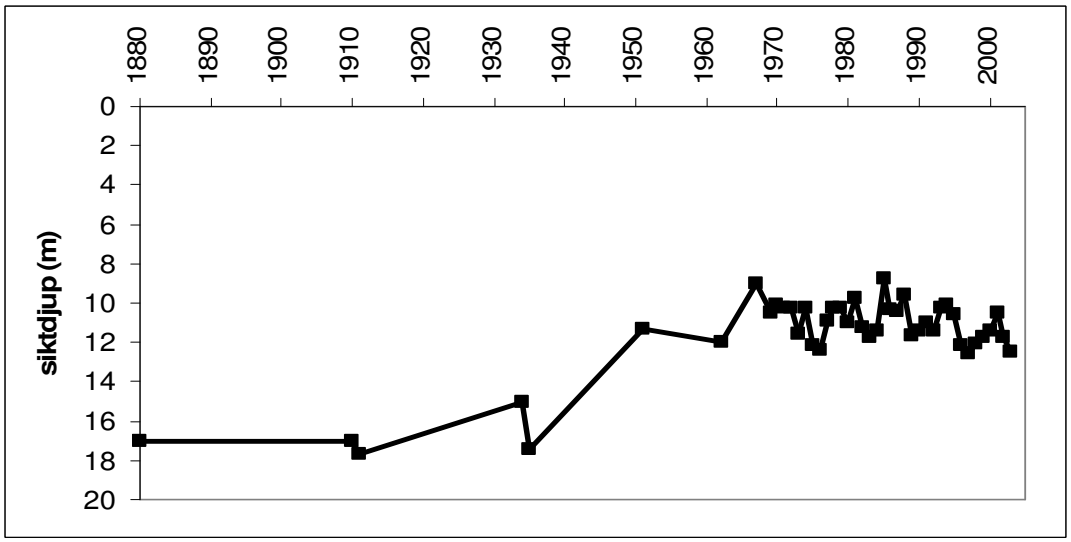
- Siktdjup,
- halt av totalfosfor i ytvatten.

Vättern är idag en näringsfattig klarvattenssjö kännetecknad av låga fosforhalter och förhållandevis stort siktdjup. Näringshalterna har gradvis minskat från ca 10 ug Tot-P/l vid 1970-talets början då mätningar påbörjades till dagens ca 3-5 ug Tot-P/l (Figur 27). Den minskade näringstillgången har lett till att vattnet sakta har blivit klarare, idag ca 12-14 m siktdjup. Det är dock en bit kvar till de äldsta noteringarna av siktdjup från tidigt 1900-tal som stadigt uppvisade siktdjup på ca 17 m (Figur 28). De lägsta siktdjup som noterats i Vättern ligger kring 6-7 m, något som dock endast noterats under korta perioder (Figur 28). När Vättern var som mest övergödd var siktdjupet således endast en tredjedel jämfört med det opåverkade tillståndet.

Trots allt så är det tidigare hotet om övergödning av Vättern idag borta. Sjön är tillbaka till det tillstånd som rådde i sjön vid förra sekelskiftet vilket även bekräftats av den s.k. paleolimnologiska studien som utfördes 2001[22]. En återrekonstruktion av näringshalten utifrån algrester i sedimentet visar på en halt på ca 6-7 ug Tot-P/l före påverkansperioden (d v s mitten 1800-talet) vilket kan jämföras med dagens ca 3-5 ug Tot-P/l. De återspeglade exakta koncentrationerna bygger dock på en rad antagande och bör därför betraktas med viss försiktighet. Återrekonstruktionen visar vidare på att det har varit en tydlig övergödningsperiod under 1960-1980 men att fosforkoncentration i Vätterns vatten nu återgått till samma nivå som före påverkan (se även längre fram). Det övergripande miljömålet är med andra ord uppnått.



Figur 27. Samtliga fosforvärden i ytvatten (0,5 m) för Edeskvarna och Jungfrun 1968-2003. Årsmedelhalter för båda stationerna i ytvatten (0,5 m) visas av linje. Notera att provtagningsfrekvenserna har varierat under åren varför årsmedelvärdet utgörs av olika mängd data.



Figur 28. Siktdjupet (årsmedel) i Vättern söder om Visingsö från 1880 till 2002.

Delmål 2: Bevara Vättern med ett för sjön naturligt, väl fungerande ekologiskt system.

Använda indikatorer för delmål 2:

- Antal arter av fiskar och kräftlika glacialrelikter.
- Antal arter enligt rödlistan och typ- och karaktärsarter enligt Natura 2000 som fortfarande förekommer.
- Utbredning av kransalger samt förekomst av kortskottsvegetation.
- Karaktärsarter med naturlig och stabil reproduktion (ex röding, vitmärla, fiskgjuse).
- Antal främmande/introducerade arter som reproducerar sig i sjön (ex signalkräfta, kanadagås).

Med ett naturligt fungerande ekosystem menas egentligen ett ”orört” ekosystem. Denna definition avser såsom Vättern var före påverkansperioden vilka kan definieras såsom början av 1900-talet. Den biologiska mångfalden är stor på alla trofinivåer, allt från plankton till fisk och fågel. Biologisk mångfald definieras[23] såsom "variationsrikedomen bland levande organismer av alla ursprung, inklusive från bland annat landbaserade, marina och andra akvatiska ekosystem och de ekologiska komplex i vilka dessa organismer ingår; detta innefattar mångfald inom arter, mellan arter och av ekosystem”. Begreppet biologisk mångfald betonar betydelsen av variationsrikedom, att vi har ett landskap med många olika naturtyper, olika arter, och en stor genetisk variation inom arterna samt att vi måste bevara alla olika ekologiska processer, t.ex. fotosyntesen i de gröna växterna, nedbrytningen i jorden, pollineringen av våra grödor, och vattenregleringen i skogslandskapet, som vi är beroende av för att få mat, rent vatten och ren luft.

Av Sveriges dryga 50 sötvattensfiskarter[24] förekommer över 31 i Vättern. Dessutom finns över 110 djurplanktonarter, ca 300 växtplanktonarter samt ca 30 olika bottenfauna arter på djupbotten. Den rika förekomsten av olika arter visar på ett stabilt och rikt ekosystem där successionen sker fortlöpande och ingen art ”tillåts” dominera under längre perioder. Vätterns klara vatten skapar förutsättningar för växtlighet ända ner till 30 meters djup. Till karaktärsarter för sjöar med klart, näringsfattigt vatten räknas kransalger (Figur 24 och Figur 29) och ett flertal mindre rotade undervattensmakrofyter för vilka Vättern även utgör s.k. Natura 2000 område enligt EU:s nätverk (se tidigare kapitel). I äldre litteratur talas det om ”kransalgsängarna” på ansenliga djup[25] i Vättern.

Vätterns kännetecknas av en rad olika habitat vilka i sig ger utrymme för rik biologisk mångfald. Nyligen (2003) har fälttester påbörjats för att skaffa underlag för en kontinuerlig övervakning av undervattensvegetation inletts, något som krävs enligt bl a ramdirektivet för vatten[26]. Artkunskapsunderlaget för vegetation är bristfälligt medan artsammansättning av olika djur/växtgrupper i vattenmassan följs till stora delar via övervakningsprogrammet[27].

Figur 29. Kransalger i Vättern. Från vänster; två stycken *Chara*-arter, och till höger en *Nitella gracilis*. (Foto Roland Bengtsson)

Vätterns strandnära bottendjursamhälle är unikt därför att det påminner om artsamhällen som hittas i rinnande vatten i fjällkedjan. Artsamhället i sin helhet kan därför betraktas som ”regionalt rödlistat” även om arter inte är ovanliga för landet i sig. Vättern hyser dock flera (>20) sällsynta och/eller ovanliga arter[28] (Tabell 21). Dessutom finns en dagsländeart och en musselart som i Sverige endast påträffats i Vättern. Av detta kan man dra slutsatsen att den biologiska mångfalden av insekter och bottenfauna är sällsynt och har extremt högt skyddsvärde[28].

Bottendjursamhället på djupbottnar ingår i övervakningsprogrammet och fördjupningar i strandzonen har utförts vid enstaka tillfällen.

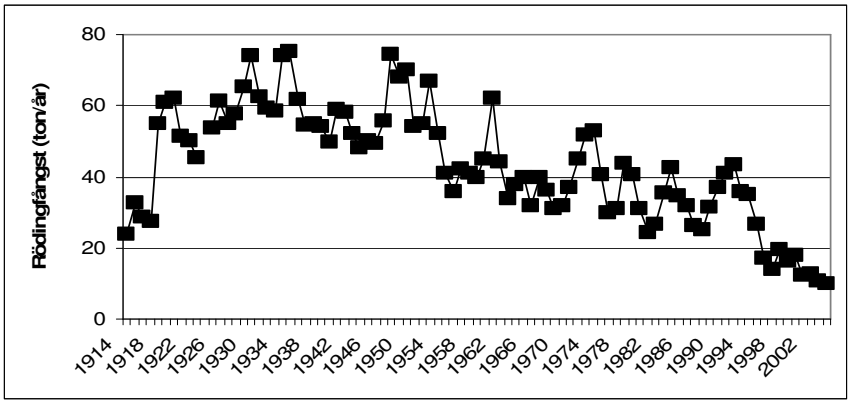
Tabell 21. Skyddsvärda arter med dokumenterad förekomst i Vättern samt tillhörande klassning i rödlistan[29] och/eller typarter för uppföljning av Natura 2000. (Tabellen gör inte anspråk på att vara heltäckande).

	Art	**Hotkategori/ rödlistnivå**	**Övrigt**
Fåglar*	Fisktärna (*Sterna hiundo*)	Typart N2000	Fågeldirektivet
	Silvertärna (*Sterna paradisaea*)	Typart N2000	Fågeldirektivet
	Vitkindad gås (*Branta leuciopsis*)	Typart N2000	Fågeldirektivet
	Fiskgjuse (*Pandion hallaetus*)	Typart N2000	Fågeldirektivet
	Svarthakedopping (*Podiceps auritus*)	Typart N2000 Karaktärsart	Fågeldirektivet, viktig övervintringslokal
	Storlom (*Gava arctica*)	Typart N2000 Karaktärsart	Fågeldirektivet
Fiskar	Nissöga (*Cobituis taenia*)	Typart N2000 Missgynnad (NT)	Artdirektivet
	Stensimpa (*Cottus gobio*)	Typart N2000	Artdirektivet
	Storröding (*Salvelinus umba*)	Typart N2000 Sårbar (VU)	För uppföljning av kod 3130
	Hornsimpa (*Triglopsis quadriconris*)	Typart N2000 Missgynnad (NT)	För uppföljning av kod 3130
	Sikfiskar (*Coregonous spp.*)	Typart N2000	För uppföljning av kod 3130
	Harr (*Thymallus thymallus*)	Typart N2000	För uppföljning av kod 3130
	Siklöja (Coregonus *albula*)	Typart N2000	För uppföljning av kod 3130
	Öring (*Salmo trutta*)	Typart N2000	För uppföljning av kod 3130
	Flodnejonöga (*Lampetra fluviatilis*)	Starkt hotad (EN)	
	Färna (*Leuciscus cephalus*)	Missgynnad (NT)	
Insekter	*Hydropsyche contubernalis*	Kartaktärsart	Nattslända.
	Riolus cupreus	Karaktärsart Sårbar (VU)	Skalbagge
	Caenis beskidiensis	Unik	Enda förekomsten i landet. Dagslända.
	Gul forsslända (*Heptagenia sulphurea*)	Karaktärsart	Dagslända.
	Dinocras cephalotoles	Karaktärsart	Bäckslända.
Kräftdjur	Sötvattensmärla *(Gammarus pulex)*	Karaktärsart	Märlkräfta.
	Sjösyrsa (*Gammarucantus lacustris)*	Karaktärsart Missgynnad (NT)	Märlkräfta.
	Taggmärla (*Pallasea quadrispinosa*)	Karaktärsart	Märlkräfta.
	Vitmärla (*Monoporeia affinis*)	Karaktärsart	Märlkräfta.
Blötdjur	*Ancylus fluviatilis*	Karaktärsart	Snäcka
	Radix pereggra-ovata	Karaktärsart	Snäcka
	Pisidium tenuilieatum	Kunskapsbrist (DD)	Enda förekomsten i landet. Mussla.
Växter/ makroalger**	Vårslinke (*Nitella capillaris*)	Typart N2000 Kunskapsbrist (DD)	För uppföljning av kod 3140
	Höstslinke (*Nitella syncarpa*)	Typart N2000	För uppföljning av kod 3140

		Akut hotad (CR)	
	Grovslinke (*Nitella translucens*)	Typart N2000 Starkt hotad (EN)	För uppföljning av kod 3140
	Nitella sp	Typart N2000	För uppföljning av kod 3140
	Chara sp	Typart N2000	För uppföljning av kod 3140
	Nitelopsis sp.	Typart N2000	För uppföljning av kod 3140
	Styvnate (*Potamogeton rutilus*)	Starkt hotad (EN)	
	Klotgräs (*Pilularia globulifera*)	Typart N2000 Sårbar (VU)	För uppföljning av kod 3130.
	Vekt Braxengräs (*Isoetes echinospora)*	Typart N2000	För uppföljning av kod 3130.
	Braxengräs (*Isoetes lacustris*)	Typart N2000	För uppföljning av kod 3130.
	Notblomster (*Lobellia dortmana*)	Typart N2000	För uppföljning av kod 3130.
	Strandpryl (*Littorella Uniflora*)	Typart N2000	För uppföljning av kod 3130.
	Sylört (*Subularia aquatica*)	Typart N2000	För uppföljning av kod 3130.
	Bortsnate (*Potamogeton pectinatus*)	Typart N2000	För uppföljning av kod 3140
	Trådnate (*Potamogeton filiformis*)	Typart N2000	För uppföljning av kod 3140
	Strandranunkel (*Ranunculus reptans*)	Typart N2000	För uppföljning av kod 3130
	Slamkrypa (*Elantine hydropiper*)	Typart N2000	För uppföljning av kod 3130
Habitat	3130: Oligotrofa-mesotrofa sjöar med strandpryl, braxengräs eller annuell vegation på exponerade stränder	Natura 2000	Enligt habitatdirektivet
	3140: kalkrika oligomesotrofa vatten med bentiska kransalger	Natura 2000	Enligt habitatdirektivet

*= endast fåglar som häckar på skär i sjön har medräknats
**= avser endast undervattensväxter/alger

Under senare år har det dock uttryckts en del oro för en av Vätterns karaktärsarter, rödingen, som visat en tillbakagång i yrkesfiskets fångststatistik (Figur 30). Totalfångsterna minskar och prognosen för framtiden är oroande. Orsakerna till nedgången i fångster är inte klarlagda men en rad hypoteser finns och situationen är högt upp på agendan för såväl myndigheter som organisationer. Röding är troligen en viktig indikator för ekosystemet och dess utveckling bör följas närmare framöver. Den nuvarande övervakningen består av yrkesfiskets statistik men specialstudier har genomförts med att syfte att skapa ett större kunskapsunderlag om lekplatser, miljögifter, kläckning mm. Mycket av det framtagna materialet har publicerats i olika Vätternrapporter[24].



Figur 30. Yrkesfiskets årliga fångst av röding 1914-2003.

Ett annat orosmoln är den ”explosion” av signalkräfta som skett i framför allt norra Vättern under slutet av 1990 och början av 2000-talet. Enligt nya beräkningar kan biomassan av kräftor i Vättern vara ca 3 000 ton[30]. Kräftan har en påverkan på framför allt vegetation men även på småkryp på bottnarna. Kartering av såväl kräftor som växter, och beskrivning av kräftans direkta och indirekta effekter i Vättern bör prioriteras. Det är således inte helt säkert att det ekosystemet som finns idag är detsamma som det som åsyftades i Vättern 90.

Nya arter kan visa sig vara starka påverkanskrafter i akvatiska ekosystem[31], inte minst i Vättern. Konsekvenser av introduktion kan vara att habitat förstörs, strukturer och funktioner i ekosystem kan störas, befintliga arter kan utsättas för konkurrens, predation och/eller genetisk hybridisering. I ett temanummer av tidskriften Ambio gjordes en noggrann redogörelse för introducerade arter i Sveriges största sjöar Mälaren, Hjälmaren, Vänern och Vättern[31]. Sedan 1800-talet har ca 50 arter introducerats i svenska sötvatten och ca 35 arter har bildat livskraftiga bestånd[31].

Det finns dokumenterat 18 introducerade arter i Vättern sedan medeltiden[31], antingen aktivt i syfte att antingen öka/ersätta uttaget av en resurs och stimulera ekonomiskt tillväxt, eller passivt genom att arten har själv kunnat ta sig till Vättern[31]. Under 1900-talet har 15 av introduktionerna genomförts (Tabell 22). Det är främst olika fiskarter och växter som har införts. Det finns även arter som försvunnit från sjön av vilka kan nämnas id (möjlig men kan även ha förväxlats) samt eventuellt stäm, vilken finns registrerade för Vättern i Naturhistoriska riksmuseets samlingar. Dessa arter är emellertid behäftade med svaga uppgifter om både förekomst och säker artidentifiering.

Under 1900-talet har även möjligheterna för ålvandring i Motala ström omöjliggjorts och arten har därför inplanterades under 1900-talet. Idag är emellertid ålbeståndet i princip borta sedan utsättningar har upphört. Den säkraste uppgiften på en fiskart som försvunnit är den nedströmslekande grovvuxna Vätteröringen som förhindrades att vandra och leka nedströms i Motala vid 1929 års kraftutbyggnad. Öringen kunde nå vikter på uppemot 15-20 kg och kallades i folkmun (något felaktigt) för ”Vätternlax”. Det är även troligt att det tidigare beståndet av flodkräfta numera har försvunnit pga. kräftpest som introducerades genom inplantering av signalkräfta 1969. Sammantaget är det troligt att tre fiskarter, en fiskstam och flodkräftan kan ha utrotas från sjön. I detta sammanhang kan det vara värt att nämna att storröding i sydsvenska bestånd är klassad som starkt hotad (CE).

Vilka effekter de introducerade arterna har eller har haft på ekosystemnivå är emellertid inte känt i dagsläget. Det är av vikt att utförliga miljökonsekvensbeskrivningar för såväl laxisättningar som kräftor utförs för att utreda om de utgör fara för stabiliteten i Vätterns ekosystem. Kunskapsunderlaget är idag inte tillräckligt för att med säkerhet säga att de introducerade arterna (främst signalkräfta och lax) inte har negativa ekosystemeffekter.

Trots hög biologisk mångfald i Vättern på olika nivåer kan det övergripande miljömålet rörande naturligt ekosystem endast sägas vara måttligt uppfyllt, främst p g a introducerade arter och dess eventuella påverka vilken idag inte är tillräckligt känd samt att rödingbeståndets utveckling är starkt negativ.

Tabell 22. Introducerade arter i Vättern under 1900-talet. (Huvudsakligen från [31], men även från [24]).

Phyla	Svenskt Art-namn	Latinskt namn	Introduktionsår	Kommentar
Pathogener och parasiter		*Aphanomyces astaci*	1969 (1907 i landet)	Med signalkräftan
		Gyrodactylus salaris	? (1957 i landet)	Laxparasit.
Evertebrater		*Kellikottia bostoniensis*	1950	Rotatoria, via farygssballast.
Kräftdjur	Signalkräfta	*Pacifastacus leniusculus*	1969	Tillståndsgiven isättning.
Fisk	Regnbågsöring	*Onchorynchus mykiss*	1964	Isättningar, ej reproducerande.
	Canadaröding	*Salvelinus namaycush*	1973	Utsättning upphörde 1973.
	Bäckröding	*Salvelinus fontinalis*	1973	Endast i tillflöden.
	Gös	*Stizostedium lucioperca*	Efter 1940-talet	Årliga utsättningar.
	Lax	*Salmo salar*	1959	Årliga utsättningar. Ej reproducerande
Fåglar	Kanadagås	*Branta Canadensis*	? (1930-talet i landet)	
Däggdjur	Mink	*Mustela vision*	? (1920-talet i landet)	
	Bäver	*Castor fibur*	? (återintroduktion 1920-39)	Tidigare utrotad, ny stam vid återintroduktionen
Växter	Vattenpest	*Elodea canadensis*	? (1874 i landet)	Akvarieväxt
	Smal vattenpest	*Elodea nuttallii*	1970	Akvarieväxt
	Vattenstjärna	*Ricciocarpus natans*	1979	Friflytande

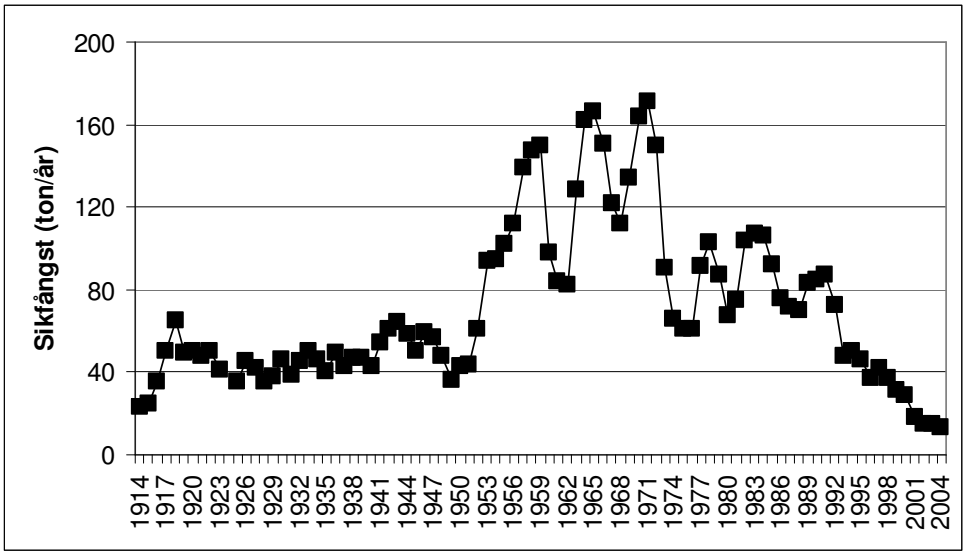
Delmål 3: Bevara Vättern som ett riksintresse för yrkesfiske.

Använda indikatorer för delmål 3:

- Antalet licensierade yrkesfiskare.
- Yrkesfiskets samlade intäkter (samt fördelning per art).

Vättern utgör riksintresse enligt MB 3 kap § 5[17]. Det är Fiskeriverket som ansvarar för att utse områden med riksintresse för yrkesfiske. Ordalydelsen i miljöbalken är ”Mark-och vattenområden som har betydelse för rennäring eller yrkesfisket eller för vattenbruk skall så långt som möjligt skyddas mot åtgärder som påtagligt kan försvåra näringarnas bedrivande”.

Totalt finns idag 21 licensierade yrkesfiskare i Vättern jämfört med drygt 170 st i början av 1900-talet[24], dock bör man observera att licensiering inte fanns tidigare. Yrkesfisket i Vättern har under många år baserat sig på röding- lax- och sikfiske. Detta fiske har uppvisat en minskad fångst under de senaste tio åren, något som är oroande. Rödingfisket har gått från 50 ton/år under 1950-talet till 10-15 ton/år under andra halvan av 1990-talet (Figur 31). Fångster för sik under samma tidsperiod går från 150-ton/år till mindre än 20 ton/år (2002). Prognosen för ett fortsatt yrkesfiske på karaktärsarterna röding och sik är med andra ord dålig.

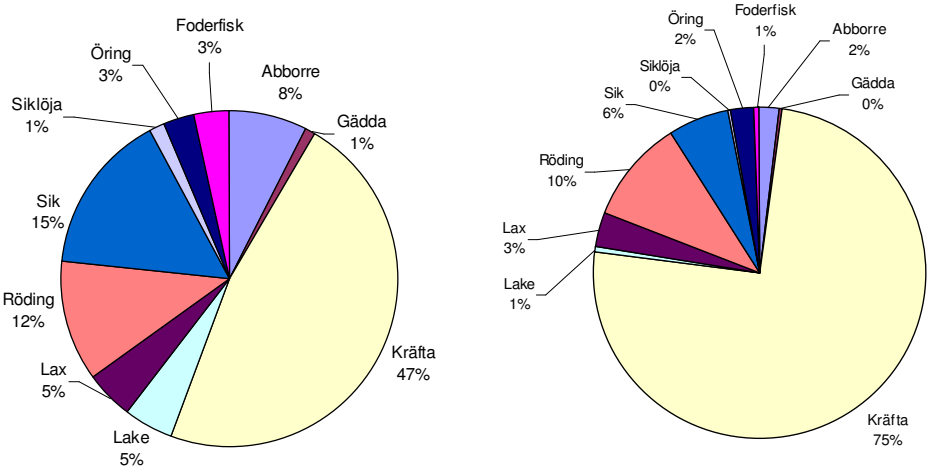


Figur 31. Yrkesfiskets samlade fångst av sik 1914-2003.

Till viss del beror de minskade fångsterna, av framförallt, sik på lägre näringshalter vilket leder till en minskad avkastningsnivå. Nedgången av röding och även sik beror även på ett sedan länge pågående överfiske, som påbörjades redan på 1940-talet då effektiva nylonnät och båtmotorer introducerades vid fisket i Vättern[24]. En bidragande orsak till överfisket på röding har också, förutom ett effektivare fisksätt, varit att minimåttet har varit så lågt att endast 3-4 % av fisken har hunnit leka vid tid för tillåten fångst[24]. Uttaget har därmed inte bedrivits på ett hållbart sätt och den problematiska situationen med röding har uppmärksammats av Fiskeriverket[32] och länsstyrelserna runt Vättern.

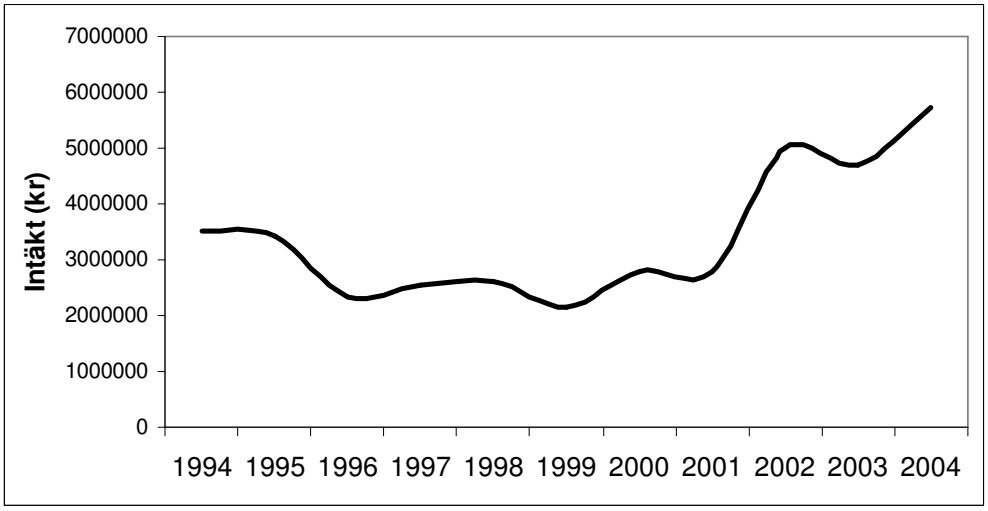
Det finns även farhågor att andra störningar samverkar med tidigare orsaker då även siken minskat i såväl fångst, storlek och kondition. Vad gäller rödingen kan det inte uteslutas att det är förändringar i ekosystemet, såsom klimat, konkurrens från lax, dålig kläckning och rompredation mm, som ligger bakom minskningen vilket leder till försämrad rekrytering och tillväxt.

Under slutet av 1990-talet har en ny bas för yrkesfisket uppkommit – signalkräftan. Signalkräftan stod år 2001 för ca 25 % av fiskets intäkter men hade år 2004 ökat till ca 75 % av yrkesfiskets intäkter i förstahandsledet (Figur 32). Det är uppenbart att kräftorna har inneburit en grundläggande trygghet för yrkesfiskets fortlevnad. Kräftan har medfört att yrkesfisket kan ”överleva” och att fisketrycket på t ex röding troligen har minskat.



Figur 32. Yrkesfisket i Vättern (totalt 85 ton) år 2004 fördelat på fångst av olika arter i kg (till vänster) samt fördelning av värdet (totalt ca 5,8 milj kr) av de olika arterna i förstahandsledet (till höger).

Yrkesfisket i Vättern har de senaste 10 åren förändrats radikalt. Men det förefaller som om yrkesfisket har hittat, eller söker andra former, för att kunna överleva efter de förändringarna som har ägt rum. Yrkesfisket har dock, ironiskt nog då det förlitar sig på en ”främmande art”, kunnat fortgå tack vare signalkräftans betydelse för yrkesfiskets ekonomi i Vättern (Figur 32 samt Figur 33). Intäkterna från fisk idag är måttligt medan intäkterna från kräfta på kort tid dubblerat den totala intäkten för yrkesfisket. Målsättningen anses vara uppfylld p g a de ökade intäkterna till yrkesfisket de senaste åren. Prognosen för framtiden är dock osäker då fångster och intäkter från fisk kraftigt har minskat, vilket i stor sett innebär att yrkesfisket i Vättern är beroende av en enda art.



Figur 33. Det samlade yrkesfiskets intäkter i förstahandsledet 1994-2004 för samtliga arter inklusive kräfta.

Delmål 4: Bevara Vättern som ett riksintresse för naturvård.

Använda indikatorer för delmål 4:

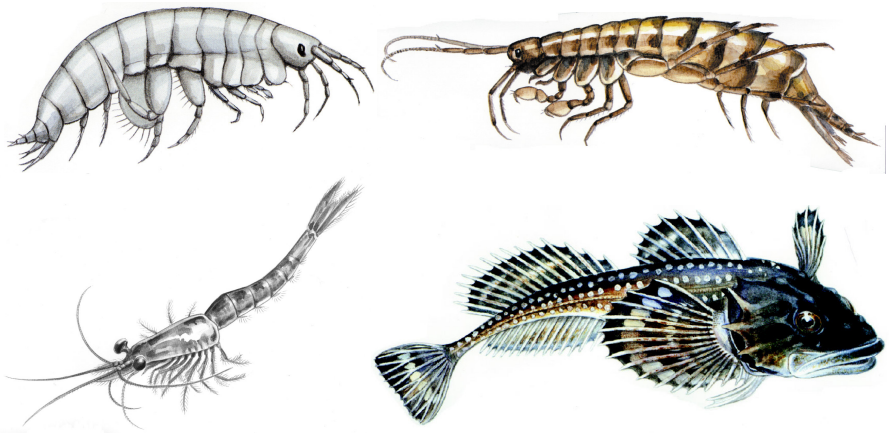
- förekomst av glacialrelikter,
- se även delmål 2.

Vätterns har höga skyddsvärden sett ur biologisk mångfaldssynvinkel och sjön är upptagen som riksintresse enligt MB 3kap §6[17]. Det är Naturvårdsverket som utser områden med riksintresse för naturvård och friluftsliv. Ordalydelsen är ”Mark-och vattenområden samt fysisk miljö i övrigt som har betydelse från allmän synpunkt på grund av dess naturvärden eller med hänsyn till friluftslivet skall så långt som möjligt skydda mot åtgärder som kan påtagligt skada natur-eller kulturmiljön” [17].

Naturvårdsinsatserna i Vättern styrs av det kunskapsunderlag om Vätterns naturvärden som byggts upp och som fortlöpande inhämtas och uppdateras. En stor del av naturvärdena följs via övervakningsprogrammet för Vättern men långt ifrån alla. Utifrån de samlade bedömningar som låter sig göras finns ett stort antal skäl till att behålla Vättern såsom riksintresse för naturvård.

Ett exempel på Vätterns skyddsvärde är att Vättern i sin helhet är upptagen i EU:s nätverk för skyddsvärda lokaler, det s k Natura 2000-nätverket. Natura 2000 sätter en juridisk hög skyddsgrad för naturvärdena i Vättern vilket innebär att det bl a krävs särskild hänsyn till om dessa värden kan påverkas.

Förekomsten av glacialrelikter i Vättern är ytterligare en indikator på bevarandevärdet för naturvården (Figur 34). Glacialrelikter har blivit kvar i Vättern efter det att landhöjningen vid inlandsisens tillbakadragande stängt in organismerna i Vättern och de har därmed ”tvingats” anpassa sig till Vätterns förhållande. För dessa organismers fortlevnad är det förstås av största vikt att Vätterns specifika förhållanden kan bestå även i framtiden. Det är inte helt otänkbart att t ex klimatförändringar eller andra ekologiska aspekter kan påverka bestånden, men idag finns inget som talar för att glacialrelikterna förutom röding är hotade (vilken behandlats på annat ställe i föreliggande dokument).



Figur 34. Exempel på några av Vättern glacialrelikter. Från ovan höger: vitmärla, taggmärla, undre raden: pungräka samt hornsimpa. (teckningar Liselott Öhman).

Till relikterna räknas tre fiskarter och sex kräftdjur (Tabell 23, från[33].) Tyvärr är uppföljningen av särskilt kräftdjuren generellt dålig även om fördjupade studier av t ex vitmärlan har ägt rum vid ett antal tillfällen. Just vitmärlan uppvisade under en period en svag reproduktion, vilket härleddes till ”giftpåverkan” från sedimentytan där vitmärlan lever och födosöker. Senare studierna visat att även tillgänglighet och kvalitet på födan har stor betydelse[34]. Reproduktionen av vitmärlan förefaller visa en något positiv prognos[34].

Tabell 23. Glacialrelikter i Vättern. (från [33]).

Svenskt namn	Latinskt namn
Röding	*Salvelinus salvelinus*
Hornsimpa	*Myxocephalus quadricornis*
Nors	*Osmerus edelanus*
Vitmärla	*Monoporeia affinis*
Skorv	*Saduria entemon*
Taggmärla	*Pallasea quadrispinosa*
Sjösyrsa	*Gammaracanthus lacustris*
Pungräka	*Mysis relicta*
*	*Limnocalanus macurus*

**saknar svenskt namn*

Under tidsperioden som föreliggande avstämning behandlar har ”nya” miljökvalitetsmått tillkommit, bevarandestatus enligt N2000 och ekologisk status enligt vattendirektivet. Bedömning av bevarandestatus och ekologiskstatus görs enligt separat dokument för dessa syften. Bevarandeplanen och förvaltningsplanen kommer dock troligen att ha mycket gemensamt med nästkommande vattenvårdsplan. Sammantaget med utfallet i delmål 2 medför ovanstående att bedömningen för delmål 4 är god.

Delmål 5: Bevara Vättern för friluftsliv och rekreation.

Använda indikatorer för delmål 5:

- Antal badplatser och dess kvalitet enligt badvattendirektivet.
- Antal gästhamnar och dess standard.
- Antal båtklubbar och dess standard.
- Andel bebyggd strandlinje.
- Antal och area för riskområden.
- Antal skjutdagar och helt skjutfria dagar.

Vättern utnyttjas för ett stort antal olika friluftsaktiviteter varav till de vanligast förekommande är båtturism, segling, fiske och bad. Vättern med öar och strandområden utgör riksintresse för det rörliga friluftslivet och turism enligt MB 4kap §2[17] . Det är Naturvårdsverket som utser områden av riksintresse för friluftslivet. Ordalydelsen är ”… skall det rörliga friluftslivets intressen särskilt beaktas vid bedömningen av tillåtligheten av exploateringsföretag eller andra ingrepp i miljön”[17]. Sommartid är turismen vid hamnområdena runt Vättern stor (Figur 35). Vidare har allmänhetens tillgänglighet till Vättern ökat de senare åren. Vättern nyttjas för skjutningar av Skaraborgs regemente, av flyget vid F7 i Såtenäs samt av SAAB Bofors UWS i Motala som testskjuter torpeder och fjärrstyrda undervattensfarkoster i Vättern (Figur 37, Figur 36). Försvarsmakten har minskat på sina skjutområden (totalt fanns 12 st skjutområden år 1997) och bl a har Hästholmens skjutplats i Östergötlands län helt upphört 2000 och blivit naturreservat med informativt naturrum samt golfbaneområde. 2003 upptog skjutområdena

tillsammans 478 km^2 motsvarande 25% av Vätterns hela yta (Hästholmen frånräknat som var 164 km^2 och 9 % av sjöytan) (Figur 36).

Försvarsmakten har minskat antalet skjutdagar och lämnat skjutuppehåll under semestertider samt vid större enstaka återkommande händelser. Perstorps skjutfält är det skjutområde med individuellt flest skjutdagar, 237 dagar per år (år 1997), något som minskat till 139 dagar år 2000. Totalt antal skjutdagar för samtliga skjutfält inom Skaraborgs Regemente, vilka är skjutområdesansvariga, skjuts det mellan 589 dagar (1997) och 77 dagar (1999) per år, med en svagt neråtgående trend (Tabell 24, Figur 37).

I Motalabukten testskjuter/testkör SAAB Bofors Underwater Systems torpeder och fjärrstyrda undervattensfarkoster i snitt under 36 dagar per år, även denna verksamhet har minskat något på de senare åren (Tabell 24, Figur 37). För detta avlyses ett målområde i Motalaviken. Samtliga torpeder plockas upp efter testning.

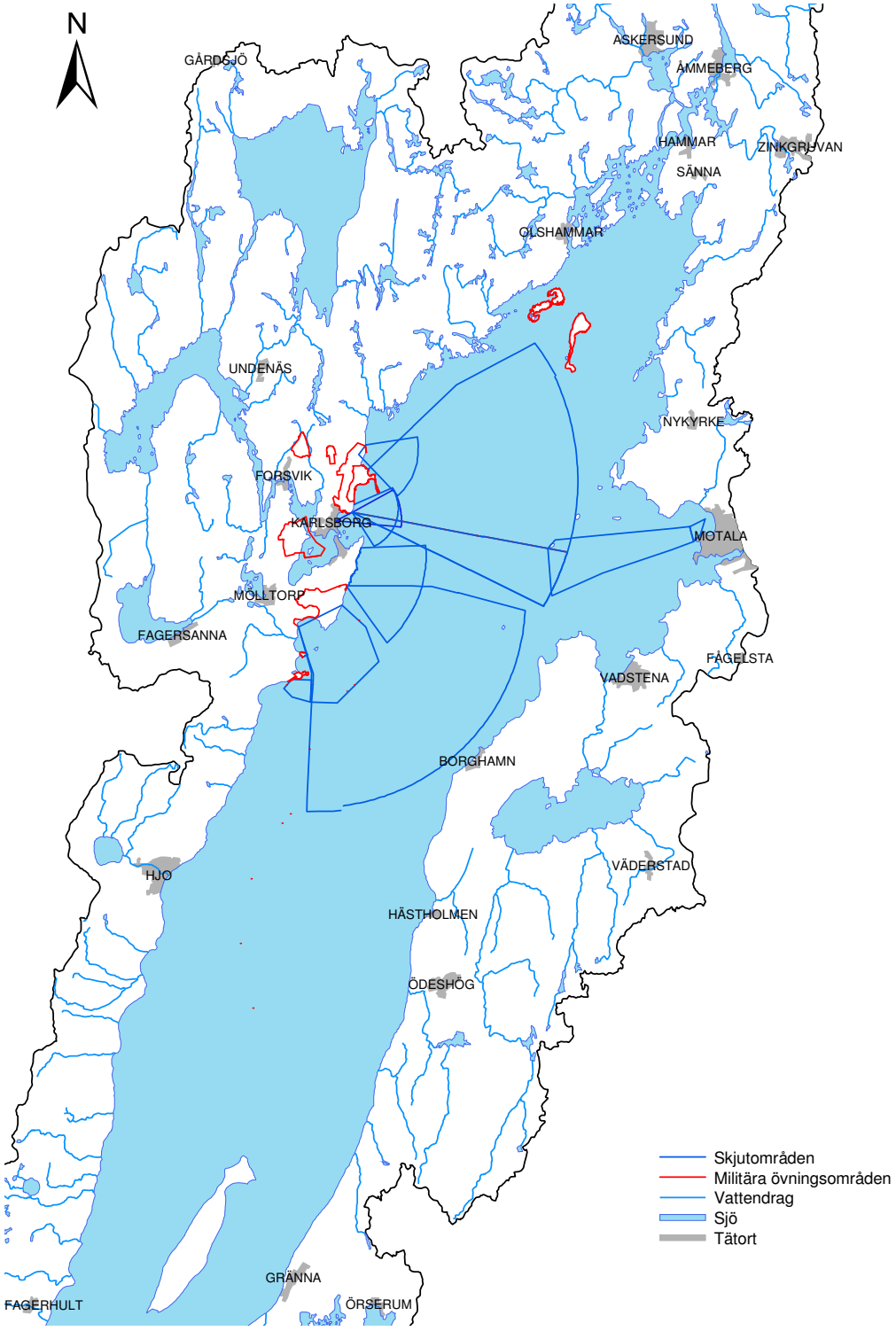
Flyget (F7 i Såtenäs) använder skjutmålet vid Hammaren för skjutning. Totalt används skjutområdet ca 20 dagar per år varav skjutning endast är aktuell under några minuter per flygdag. Målet och tider för skjutning har anpassats efter bl a röding- och siklek (målchef Bo Lindman muntl). Försvarsmaktens ianspråktagande av Vättern diskuteras fortlöpande i den s k samrådsgrupp för Vättern som årligen har sammankomster där t ex skjutuppehåll etc föreslås.

Aktör	Antal skjutdagar	Antal aktiva skjutområden	Övrigt
Skaraborgs regemente	393	9	Handeldvapen och pansar
F7 Såtenäs	20*	1	Skjutningar från flyg
Saab Bofors UWS	36**	1	Testskjutning av torpeder
FMV	165**	-	3 skjutplatser

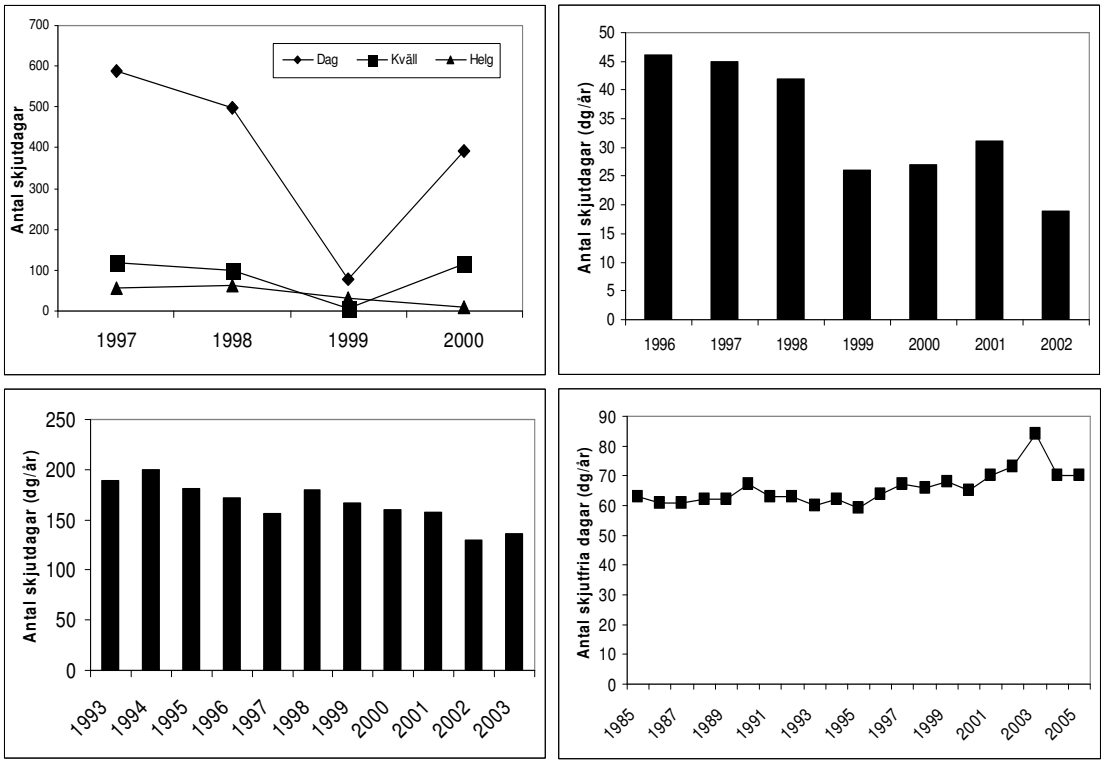
Tabell 24. Antal skjutdagar (år 2000) för de olika nyttjarna av Vättern såsom riskområde.

* Totalt används ca 1,5 h per dag som överflygning (Bo Lindman muntl) .
** medel för 1996-2001

Figur 35. Vybilder från Hjo hamn.

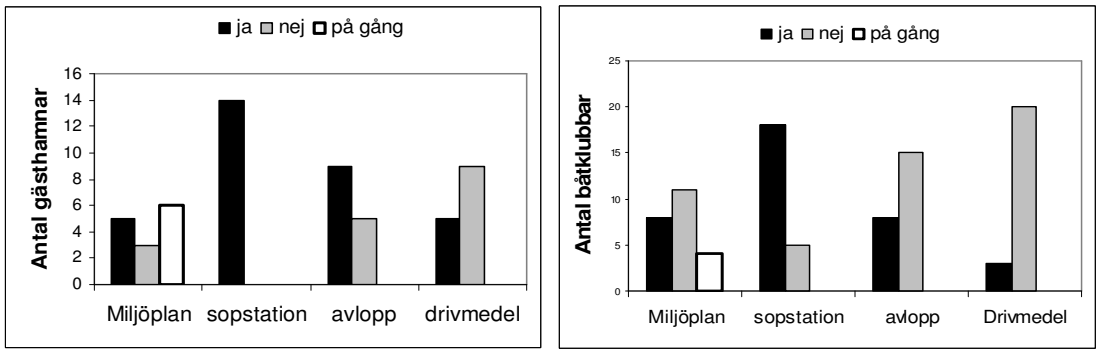


Figur 36. Skjutområden i Vättern 2004.



Figur 37. Antalet dagar per år då skjutområdena avlysts för skjutningar i Vättern. **V**änster upp: Sammanlagda skjutdagar 1997-2000 på samtliga skjutfält inom Skaraborgs regemente. Notera att ingen hänsyn tagits till om skjutdagarna infaller samma dag. Höger upp: Antalet skjutdagar vid SAAB Bofors UWS 1996-2002. Vänster ned: Skjutdagar vid FMV:FFK i Karlsborg 1993-2003 samt höger ned: officiellt skjutfria dagar.

”Runt Vättern” är ett samordnat projekt för turism[35]. Turismen runt Vättern skall på så sätt få tillgång till ”paketlösningar” för olika aktiviteter som alla kretsar på ett eller annat vis kring Vättern såsom attraktionskraft. Det finns ca 15 organiserade gästhamnar runt Vättern (Figur 39) och ett mycket stort antal naturhamnar. Gästhamnarna strävar efter att tillgodose miljökraven vad gäller omhändertagande av avfall samt säker drivmedelhantering. Av de för Vätternvårdsförbundet kända gästhamnarna i Vättern svarade 14 av 15 st (93 %) på en enkät vid en rundringning 2005. Alla gästhamnar har sopstation och de flesta har (5 st) eller är på gång med en miljöplan (6 st) (Figur 38). Dessutom finns minst 15 stycken sjösättningsramper. Tillgång på hamnar och båtramper underlättas av det länsgemensamma turistprojektet ”Runt Vättern”[35] samt den gemensamma fiskeinformationen som utges av fiskekonsulenterna runt sjön[36].



Figur 38. Antalet gästhamnar (t.v) och båtklubbar (t.h) med miljöplan, sopstation, avloppstank och försäljning/lagring av drivemdel.

Vid Vättern finns ett flertal båtklubbar och segelsällskap, allt ifrån små villaföreningar med under 20 medlemmar till stora segelsällskap med över 700 medlemmar. Sammanlagt finns det över 5 000 medlemmar och nästan 3 000 båtar/båtplatser i Vättern. Båtklubbarna har ett egenintresse av att bibehålla Vätterns miljöstatus och öppna friluftsliv där nästan hälften av båtklubbarna har (8 st) eller är på gång (4 st) med någon form av miljöplan (Figur 38). Av de för Vätternvårdsförbundet kända båtklubbar svarade 23 av 29 (80 %) på en enkät vid en rundringning 2005.

Figur 39. Turistsatsningen "Runt Vättern" hemsida på internet visande gästhamnar i Vätterns avrinningsområde. (från **www.vattern.se** 20040427).

Runt Vättern finns det (år 2001) totalt 31 badplatser som kontrolleras enligt EU:s badvattendirektiv[37] (Tabell 25). Endast de bad som redovisas enligt badvattendirektivet har använts för utvärderingen av badvattenkvaliten[38] men det finns ett ”oändligt” antal med badmöjligheter runt Vättern.

Ett av de mera kända baden är Varamobadet i Motala kommun som under lång tid utgjort en stor badattraktion (Figur 40). De 31 badplatserna har tillsammans kontrollerats 1016 gånger sedan 1996 med inbördes varierande frekvens och tidsperioder. Vanligast startåret för kontroll är dock från 1996 med en frekvens om fyra tillfällen per år. Vid totalt 102 tillfällen (10 %) har brister noterats dock såsom ”tjänligt med anmärkning”. Vid totalt 12 tillfällen (1,2 %) har badvattnet dömts ut såsom otjänligt. Bland orsakerna till angivna tillfällen då badvattnet varit

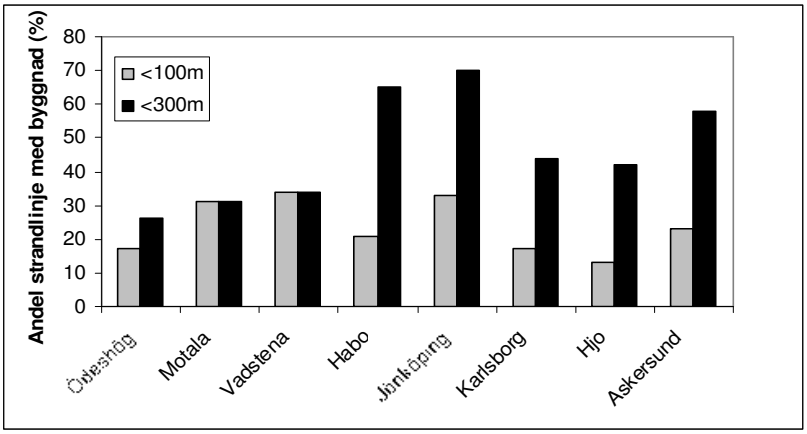
behäftade med anmärkningar har ofta varit vid hård vind då vattnet i strandkanten varit grumsigt p g a uppgrumlat sand/bottenmaterial men tillfällen men höga bakteriehalter är också en vanlig orsak. Prover med anmärkningar har ofta varit under perioder med ur badperspektiv ”dåligt väder” men såsom en miljöindikator kan badvattenkontrollerna sägas fungera väl.

Figur 40. Badplatsen Varamon i Motala (foto: Mats Bergenbrink).

Samtliga bad håller generellt god badkvalitet såsom definierat enligt EU:s badvattendirektiv även om vissa undantag periodvis kan uppstå. Kvaliteten på badplatser kommer troligen att kontrolleras mer regelbundet i framtiden för att uppfylla EU:s badvattendirektiv.

Det är svårt att använda andelen obebyggd strandlinje som en indikator för hur tillgänglig stranden är för friluftslivet. Det är inte bara en bebyggelse nära stranden som kan hindra tillgång utan även bebyggelse längre ifrån, topografi och markanvändning. Däremot kan man använda andelen strandlinje med bebyggelse inom 100m respektive 300m som en indikator på hur mycket bebyggelsen kan försvåra strandtillgängligheten (Figur 41).

Runt Vättern varierar bebyggelsen inom 100m från strandkanten mellan 10 % (Hjo) till 35 % (Vadstena och Jönköping). Snittet för hela Vättern är att 25 % av strandlinjen är bebyggd inom 100m. Om hänsyns tas till 300m från strandkanten uppkommer högre värden och hela 72 % inom Jönköpings kommun är då bebyggd. För hela vättern är 48 % bebyggd inom 300m. Påverkan på Vänerns strand är 26 %, Vättern strand är 25 % och Mälarens strand är 28%[39].



Figur 41. Andel av Vätterns strandlinje som har bebyggelse inom 100m respektive 300m för varje kommun 2003.[39]

För delmål 5 kan ytterligare indikatorer behöva utvecklas. Bland möjliga framtida indikatorer kan nämnas antalet turistprojekt för såväl natur som kultur som syftar till att lyfta fram Vättern, antalet fisketimmar och fiskande personer mm.

Tabell 25. Kommunvisa badplatser runt Vättern 1996-2003. Från [38].

Kommun	Badplats	Tids-period	Antal kontrolle-rade tillfällen	Tjänligt med anmärkning	Otjänligt
Askersund	Aspabadet	96-03	40	2	0
	Hagabadet (Alsen)	96-03	45	7	0
	Hargebadet	96-03	41	0	0
	Husabergsbadet (Alsen)	96-03	41	1	0
	Kärrafjärden	96-00	25	0	0
Karlsborg	Djäknasundet	96-03	36	2	0
	Granvik	96-03	39	4	4
	Hanken	96-03	32	3	0
	Pingstkyrkan	96-03	30	3	0
Hjo	Campingen	96-03	43	15	2
	Guldkroken	96-03	43	6	0
Habo	Baskarp	96-03	51	6	0
	Domsand	96-03	49	4	0
Jönköping	Brunnstorpsbadet	03	4	1	0
	Grännalagunen	96-03	44	4	1
	Sannabadet	96-03	24	6	0
	Vätterstranden	96-03	42	4	1
	Vätterstranden väst	03	4	1	0
	Erstadbadet	96-03	22	3	1
Ödeshög	Trehörna	96-03		0	0
	Hästholmen	96-03		0	0
Vadstena	Bårstad	96-03	41	6	0
	Jernevid	96-03	40	2	0
	Tycklinge	96-03	39	1	0
	Vättersvik	96-03	51	7	3
	Vättersviks udde	03	4	0	0
Motala	Torpasand	96-03	31	2	0
	Jerusalem	96-03	34	4	0
	Pariserviken	96-03	35	5	0
	Råssnäs	96-03	35	1	0
	Varamon	96-03	51	2	0
	Summa		**1016**	**102**	**12**

Delmål 6: Säkerställa Vätterns vattenkvalitet med avseende på sjön som vattentäkt.

Använda indikatorer för delmål 6:

- Uttagen vattenvolym via vattenverken.
- Anmärkningar på dricksvatten.
- Anslutna personekvivalenter.

Vätterns klara och kalla vatten utgör en förnämlig vattentäkt. Råvatten pumpas in från totalt 14 olika vattenintag runt Vättern (Tabell 26). Totalt pumpas ca 28 miljoner m^3 per år varav tre vattenverk står för huvuddelen (79 %). Behandlingen är enkel, oftast endast ett nylonfilter och en viss klorering av vattnet. Vättern försåg år 2001 ca 240 000 människor med dricksvatten per år. Prognosen från den första vattenvårdsplanen från 1970 var att utnyttjandet av Vätterns vatten för dricksvatten skulle uppgå till 220 l/pd (liter per persondygn) vid år 2000. Nyttjandet år 2001 blev ca 300 l/pd, således något högre än vad som förutspåddes 1970. Trots åtgärder för vattenbesparande åtgärder som gjorde sig tydliga på 1970-80-talet har uttagen volym åter ökat. Trenden går mot en ökad anslutningsgrad av Vätternvatten.

Tabell 26. Produktion av dricksvatten och anslutna personekvivalenter vid vattenverk runt Vättern 2001. Kursiv stil indikerar att antagande har gjorts.

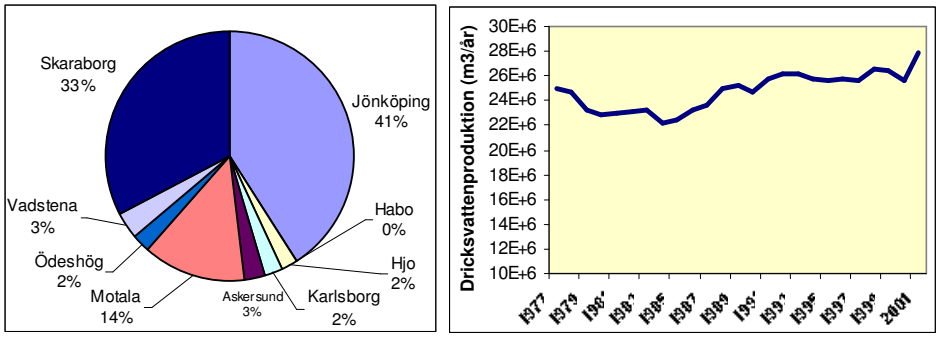
Vattenverk	Avstånd (m från land)	Djup (m)	Volym* (m3/år)	Anslutna Personer**
Karlsborg (Karlsborg)	1180	10	533 000	4 100
Granvik (Karlsborg)	-	17	5 000	45
Harge (Askersund)	300	30	646 000	*5 000*
Olshammar (Askersund)	100	5	6 4000	*500*
Motala	230	8 + 10	3 510 000	30 500
Ödeshög	50	24	600 000	4 500
Vadstena	850	4 5	816 000	5 800
Borghamn(Vadstena)	100	8	67 500	500
Hjällö (Skaraborgsvatten)	1000	16	8 460 000	80 000
Häggeberg (Jönköping)	500	26	10 557 000	66 500
Huskvarna (Jönköping)	600	19	1 660 000	26 200
Gränna (Jönköping)	250	6	267 000	2 650
Visingsö (Jönköping)	280	6	70 000	305
Hjo	3000	25	573 000	6 300
SUMMA			**Ca 28 milj m^3**	**Ca 240 000 pe**

*avser år 2001
** e.g personekvivalenter

Av den årliga uttagsvolymen står Jönköpings kommun för 41 % (Figur 42). Till vattenverket i Häggeberg är även Habo kommun kopplat. Habo är den enda kommun som inte har eget vattenverk. Skaraborgsvatten pumpar årligen 8,5 miljoner m^3/år vilket motsvarar ca 33 % av den totala årliga uttagsvolymen (Figur 42).

Provtagning av dricksvatten sker regelbundet med hjälp av mikrobiologisk provtagning (12-52 ggr/år) och kemisk undersökning (1-8 ggr/år) Även råvattnet undersöks med mikrobiologisk provtagning (12-26 ggr/år) och kemisk undersökning (1-4 ggr/år). Utöver en vatten ke-

misk karakterisering undersöks även förekomst av bekämpningsmedel (Hjo, Häggeberg och Motala). Inget vattenverk har angett några anmärkningar på vattenkvaliteten.



Figur 42. Fördelning av den årliga uttagsvolymen av dricksvatten från Vättern samt utveckling 1977-2001. Totalt tas ca 28 miljoner m^3.

Vad gäller säkerställandet av vattentäkten har Vätternvårdsförbundet tillsammans med Vägverket inriktat sig på att kartlägga konsekvenserna av olyckor med farligt gods genom s k konsekvensklassificering. Studier av olika väg-bäckpassager har redovisats på uppdrag av Vägverket i ett antal olika rapporter[40]. Ytterligare instrument i vattenskyddsarbetet är den Spridningsmodell ”Seatrack Vättern” [41] som tagit fram gemensamt av kommuner och berörda statliga verk. Med hjälp av spridningsmodellen kan man förutsäga hur strömmar i Vättern uppträder vid olika vattentemperaturer och vindriktningar för att på så sätt kunna effektivisera såväl det förberedande arbetet som vid akutinsatser.

Bland hoten mot vattentäkten Vättern har Vätternvårdsförbundet tagit fram faktaunderlag för en rad hot t ex halkbekämpning på vägar[75, 76], utombordsmotorer[42], riskanalyser för olika sorters farligt gods[76] mm.

Kommunerna runt sjön har under 2004 påbörjat arbetet med att inrätta ett gemensamt vattenskydsområde för hela Vättern, ett arbete som skall vara färdigt först 2009. Ett vattenskyddsområde syftar till att säkerställa både kvalitet och kvantitet genom upprättande av föreskrifter för att undvika negativ påverkan. I dagsläget är det endast Karlsborgs kommun som har skydd runt intagsplatsen. Därför är det av yttersta vikt att upprättande av gemensamt vattenskyddsområde kan komma till stånd för Vättern.

Sammantaget är Vättern en ypperlig vattentäkt med stor kapacitet och värde. Dagens vattenkvalitet är god och uttagsmängderna påverkar inte sjön i någon nämnvärd omfattning. Det finns hot mot Vätterns dricksvattenkvalitet och för att mildra dessa hot utförs ett kontinuerligt skyddsarbete inom förbundet.

Figur 43. Avgaser och oförbränt bränsle från utombordsmotorer har vid studier visat sig stå för en stor mängd utsläppta kolväten till Vättern[37].

Sammanfattning av de övergripande miljömålen

De övergripande miljömålen kan utifrån tidigare beskrivna fakta sammanfattas i form av glada/ledsna ansikten (Tabell 27)

Tabell 27. Sammanfattande utvärdering för de övergripande miljömålen.

Övergripande miljömål	Måluppfyllelse	Trend	Nås generationsmålet?	Kommentar
1. Bevara Vättern som en näringsfattig klarvattensjö.	☺	☺	☺	Förhållanden motsvarar i stort sett förindustriella tid, tidigt 1900-tal.
2. Bevara Vättern med ett för sjön fungerande ekologiskt system.	😐	☹	😐	Den biologiska mångfalden är hög. Viss oro för introducerade arter kan inverka på ekosystemet.
3. Bevara Vättern som ett riksintresse för yrkesfiske.	☺	😐	😐	Signalkräftan har inneburit ny resurs. Enartsberoende ej bra.
4. Bevara Vättern som ett riksintresse för naturvård.	☺	☺	☺	Höga naturvärden i/kring Vättern.
5. Bevara Vättern för friluftsliv och rekreation.	☺	☺	☺	Ökad tillgång till sjön, samt sjögemensamma satsningar. Bristande uppföljningsmått.
6. Säkerställa Vätterns vattenkvalitet med avseende på sjön som vattentäkt.	😐	☺	☺	Vattenkvaliteten är god. Förebyggande åtgärder gjorts. Bildande av ”vattenskyddsområde ” pågår.
SUMMERING	4 ☺ 2 😐 0 ☹	4 ☺ 1 😐 1 ☹	4 ☺ 2 😐 0 ☹	

► ☺ I 6 stycken uppsatta punkter inom de övergripande miljömålen har 4 st (83 %) av utfallen bedömts positiva varför miljötillståndet i sin helhet för Vättern kan sägas vara uppfyllt.

Synopsis övergripande miljömål

De mål som sattes upp i Vättern 90 har utvärderats utifrån i efterhand valda ”indikatorer” vilka i sig kan diskuteras om de är representativa för att utgöra underlag för bedömning av måluppfyllelsen. Utifrån de utvärderingar som dock har gjorts visar den sammanlagda bedömningen att målen varit funktionella och visat på att vården av Vättern varit god då det resulterat i mätbara resultat. I de övergripande miljömålen skall de höga natur-och kulturvärden som Vättern utgör bevakas och följas. Även de flesta av riksintressena får anses bevakade med positivt utfall. Det kan noteras att en del av målen som utarbetas med dess indikatorer möjligen inte är de bästa för Vättern. Som exempel kan nämnas att ett ökat vattenuttag inte nödvändigtvis lämnar Vättern opåverkad etc.

Trenden är att de övergripande miljömålen inom en generation kommer vara fortsatt bra och möjligheterna är därmed goda att de mål som idag inte är uppnådda mycket väl kan göra det inom en generation. Det undantag som finns är huruvida Vätterns kan anses ha ett naturligt fungerande ekosystem. Det finns indikationer och hypoteser att ”någonting” negativt händer i sjön t ex yrkesfiskets fångster av röding minskar, siken blir mager, kräftor expanderar, näringen minskar. Sammantaget utgör orosmolnen att ekosystemet ”står och väger” och möjligen uppkommer ett annat ekosystem i Vättern än vad som tidigare betraktats.

Figur 44. Vybild över Vättern.

Näringsämnen

Fosfor

Långsiktigt miljökvalitetsmål

1. Totalfosforkoncentrationen i Vättern skall vara på nuvarande nivå. Den nuvarande totalfosforkoncentration är ca 6 µg P/l.

Kortsiktigt miljökvalitetsmål

Kortsiktigt mål var ej relevant i Vättern 96 då målet redan då var uppnått.

Långsiktiga och kortsiktiga belastningsmål

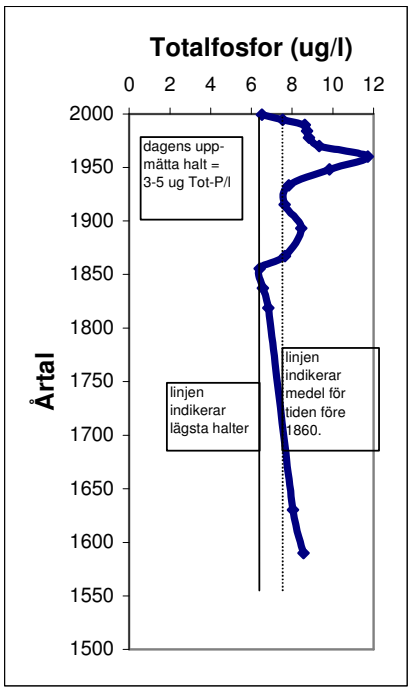
Belastningsmål var ej relevant i Vättern 96 då målet redan då var uppnått.

Måluppfyllelse

Vid slutet av 1960-talet då mätningarna började var årsmedelhalterna av totalfosfor i Vätterns ytvatten ca 10-15 µg/l. Under 1970 och 1980-talet minskade årsmedelhalterna gradvis även om mellannårsvariationen fortfarande var stor. Variationer från 3 – 15 µg/l var inte ovanliga, vilket indikerade att risken för algblomningar var stor. Under slutet av 1980 talet närmar sig medelhalterna miljömålet som i Vättern 90[5] är satt till 6 µg/l. Trenden därefter är att halterna stabiliserade sig samtidigt som medelvärdet sjönk och 1995 underskrids miljömålet (årsmedel) för att därefter vara lägre under perioden fram till föreliggande avstämningen. Under perioden mellan 1994-98 sker en anmärkningsvärd minskning av totalfosforhalterna, en minskning som inte kan förklaras med ökad sedimentation eller uttransport av fosfor genom utloppet. En trolig förklaring är däremot ändrade analysrutiner, något som beskrivits av SLU[43]. I de senaste årsskrifterna från Vätternvårdsförbundet anges även att klimatologiska orsaker skulle kunna inverka på de låga fosforhalterna, något som dock ej kunnat verifieras mer än som möjlig förklaring. Nämnvärt kan vara att även på 1970-och 1980-talet kunde det periodvis uppträda tider med låga fosforhalter, 3-5 µg/l Tot-P, för att därefter vara högre, 7-12 µg/l Tot-P, några månader efter. Låga halter har således periodvis uppträtt tidigare (Figur 46).

Under 2001 utfördes en paleoliomnolgisk studie[22], innebärande en rekonstruktion av fosforhalterna i Vättern utifrån bevarade växtplankton i sedimentet, som visar att dagens fosforhalt ligger i samma storleksordning som på tidigt 1900-tal, d v s före perioden av avloppstillförsel. Rekonstruktionen av halten indikerar att fosfornivån i Vätterns vatten i så fall skulle ligga på ca 7 µg/l Tot-P (Figur 45). Dagens uppmätta halter ligger mellan 3-5 µg/l Tot-P vilket följaktligen är under halterna vid tiden före påverkan (Figur 46). Därmed har också en diskussion kring att Vättern varit ”för näringsfattig” uppkommit under senare år. Emellertid innebär även rekonstruktionen en rad antaganden vilka kan påverka återspeglad fosforhalt med någon/några enheter åt vardera hållet.

Några kortsiktiga miljökvalitetsmål för fosfor fanns ej angivet i Vättern 90[5] då målet redan var uppnått.



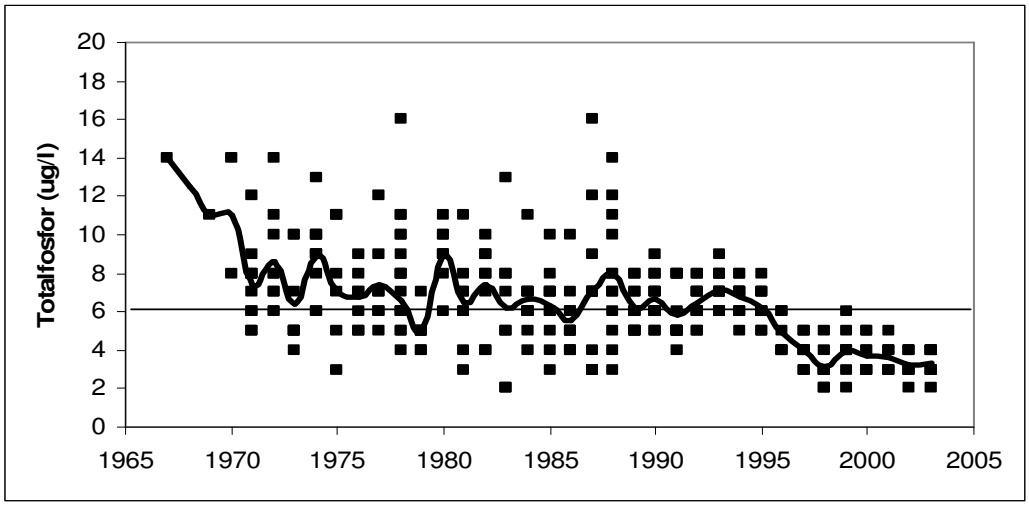
Figur 45. Rekonstruktion av fosforhalterna i Vättern utifrån paleolimnologisk studie. Till höger Prof Ingemar Renberg med sedimenproppen som sedan skivades upp och karakteriserades.

Målnivån vid 6 µg/l Tot-P från tidigare vattenvårdsplaner är en följd av en rad olika indicier på att detta skulle kunna vara en naturlig nivå. Jämförelser har gjorts med andra ”liknande sjöar” i världen, genom modellering bakåt i tiden utifrån belastningssiffror mm. Denna målnivå är slående lika med vad den paleolimnologiska proppen visar (6 jämfört med 7 µg/l Tot-P) varför målnivån därmed kan antas vara rimligt.

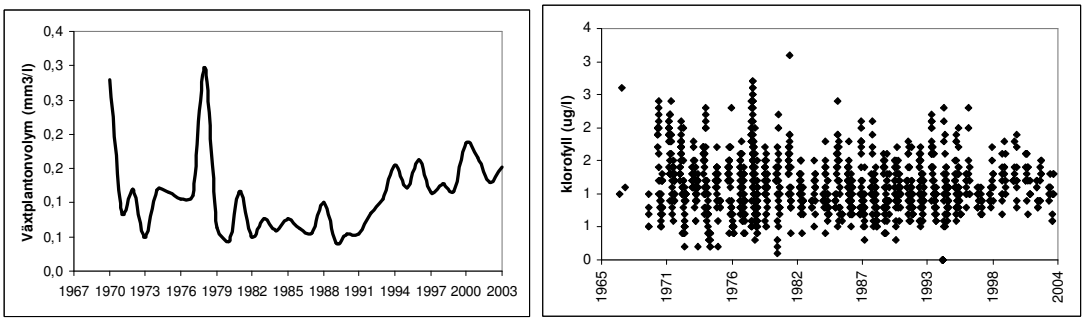
Inte vid något tillfälle sedan 1996 har något prov varit över miljömålet. Under perioden 2000-2002 ligger medelvärde av fosfor i Vätterns ytvatten på ca 3- 4 µg/l Tot-P vilket således är under miljömålet med 2-3 µg/l vilket motsvara ca 35-50 % (Figur 46). Miljömålet kan därmed sägas vara infriat från och med denna period. Ironiskt nog har röster höjts att Vättern blivit ”alltför ren” och att man borde tillåta mer näringsämnen till sjön (”öppna några reningsverk”). Onekligen är det så att det är relevant att tänka i banor såsom att oligotrofiering kan utgöra ett miljöproblem likväl som eutrofiering. Fenomenet och de ekologiska konsekvenserna därav har länge observerats i t ex försurningssammanhang. Det är inte eftersträvansvärt att näringshalterna i Vättern skall vara så låg som möjligt utan att nivån av fosfor skall främst möjliggöra ett naturligt fungerande ekosystem. Denna nivå har beräknats vara ca 6 µg/l Tot-P.

Något förvirrandet har inte mängden växtplankton, mätt som klorofyll, minskat i motsvarande grad som fosforminskningen. Växtplankton borde rimligen ha följt den minskade näringsämneskoncentrationen då responsen är oftast är tydlig. Visserligen ägde ett metodbyte rum 1996 då samtliga växtplanktonarter räknades istället för som tidigare endast de dominerande arterna. Det finns dock alternativa förklaringar till varför responsen uteblivit vilka behöver följas upp i framtiden. Bland möjliga förklaringar kan nämnas förändringar av växtplanktonartsammansättningen, minskat ”top-down” styrning p g a hårt bete av fisk på djurplankton och förbättrad metodik. Såväl växtplankton biomassan som klorofyllhalten är låga.

Slutligen kan nämnas att fosforhalterna mellan de två stationerna inte skiljer sig nämnvärt åt utan uppvisar samma halter och trender. Endast under en kort period mellan 1987-89 skiljde lokalerna sig åt genom att halterna steg under perioden vid Jungfrun från 6 till 11 µg/l Tot-P för att därefter återgå snabbt till samma värde som vid stationen Edeskvarna. Edeskvarna uppvisade under nämnda period stabila fosforhalter kring 6 µg/l Tot-P.



Figur 46. Årsmedelhalter för totalfosfor i Vätterns ytvatten (0,5 m) under perioden 1968-2003. Notera att provtagningsfrekvenserna har varierat under åren varför årsmedelvärdet utgörs av olika mängd data. Horisontell linje indikerar miljömålet för fosfor (6 µg/l Tot-P) i vattenvårdsplanen.

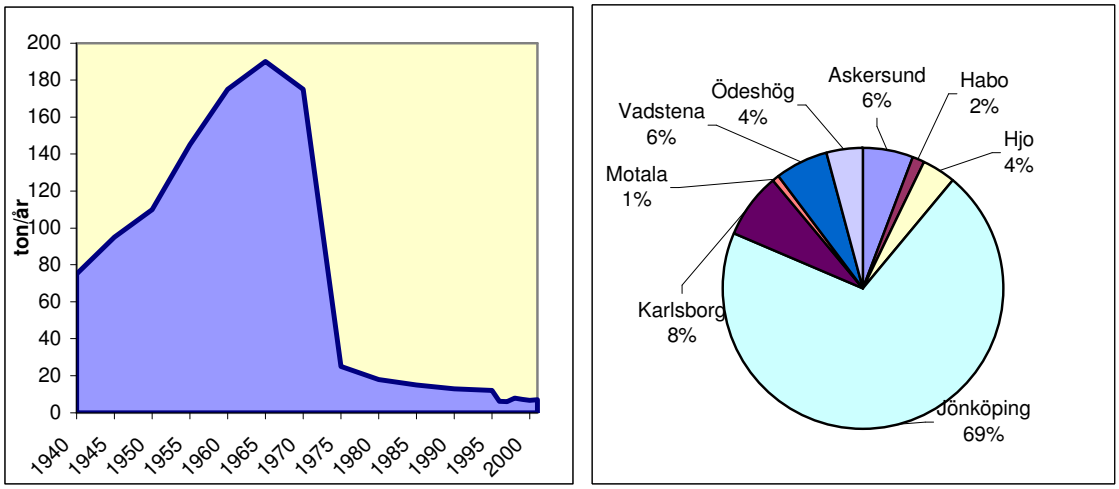


Figur 47. Växtplanktonbiomassa i Vättern, station Edeskvarna (vänster) samt mängden klorofyll (till höger). Klorofyll baserar sig på båda stationerna Edsekvarna och Jungfrun i skiktet 0-25 m.

Är målet uppnått?

Det **långsiktiga miljökvalitetsmålet** i Vättern 90[5] kan anses vara uppfyllt från och med 1995 och framåt. Mycket av orsakerna kan med förklaras av den minskade tillförseln från avloppsreningsverken vilken idag uppgår till ca 7 ton jämfört med ca 180 ton/år vid 1970 (Figur 48).

För fosfor angavs **inget belastningsmål** i Vättern 90[5] vilket ej heller var relevant då Vättern 90[5] utarbetades och det inte ansågs utgöra något hot samt att målet redan var uppnått. Fördelning per kommun runt Vättern av tillförseln (medel för år 1996-2001) visar att Jönköpings kommun står för nästan 70 % av totaltillförseln medan övriga kommuner svarar för ca 2-8 % vardera (Figur 48) . Notera att Motala stad har sitt reningsverk nedströms Vättern och ingår därför inte i underlaget.



Figur 48. Avloppsverken runt Vättern samlade utsläpp av fosfor 1940-2001 samt fördelningen av totala utsläppen per kommun under 1996-2001 (total mängd per år = ca 7 ton).

Tabell 28. Sammanfattande målutvärdering för fosfor.

Mål för FOSFOR	Måluppfyllelse	Trend	Nås generationsmålet?	Kommentar
Kvalitetsmål				
1. Totalfosforkoncentrationen i Vättern skall vara på nuvarande nivå. Den nuvarande totalfosforkoncentration är ca 6 µg P/l.	☺	☺	☺	Stabilt låga halte 3-5 µg P/l.
SUMMERING	1 ☺ 0 😐 0 ☹	1 ☺ 0 😐 0 ☹	1 ☺ 0 😐 0 ☹	

- ☺ Målet bedöms vara uppfyllt i sin helhet.

Kväve

Långsiktigt miljökvalitetsmål

1. Totalkvävekoncentrationen bör minska från nuvarande 600-700 µg Tot-N/l till i första hand ca 450 µg N/l.

Kortsiktigt miljökvalitetsmål

1. Totalkvävekoncentrationen bör minska från nuvarande 600 - 700 µg N/l till 500 - 600 µg N/l.

Långsiktiga belastningsmål

1. Det långsiktiga målet för kvävehalten i Vättern innebär att tillförseln till sjön måste minska med ca 1000 ton eller ca 30 % av tillförseln.

2. Den atmosfärsiska belastningen måste minska med 30-35 %. Utgående från det nationella miljömålet att kvävenedfallet skall reducerats ned till gällande kritiska belastningsgräns 5 kg N/ha och år från en nivå på ca 7,5 kg N/ha och år.

3. Det beräknade tillskottet från jordbruksmark utgörs av ca 1100 ton N/år och bör minska med 35 %. Beräkningen baseras på den kvävemodell som utarbetades under 1996.

4. Tillförseln från skogsbäckarna måste minska med ca 10 %. Denna minskning är beroende av en minskad luftdeposition.

5. Tillförseln från kommunala reningsverk skall minska med 35 %. Beräkningen baseras på underlaget till Vättern 90 och innebär att 50 % kvävereduktion uppnås vid de två största kommunala reningsverken i Jönköping och Huskvarna.

Kortsiktigt belastningsmål

1. Den atmosfärsiska belastningen måste börja minska före sekelskiftet (år 2000).

2. Tillförseln från jordbrukmark måste minska med 15 % fram till sekelskiftet (år 2000).

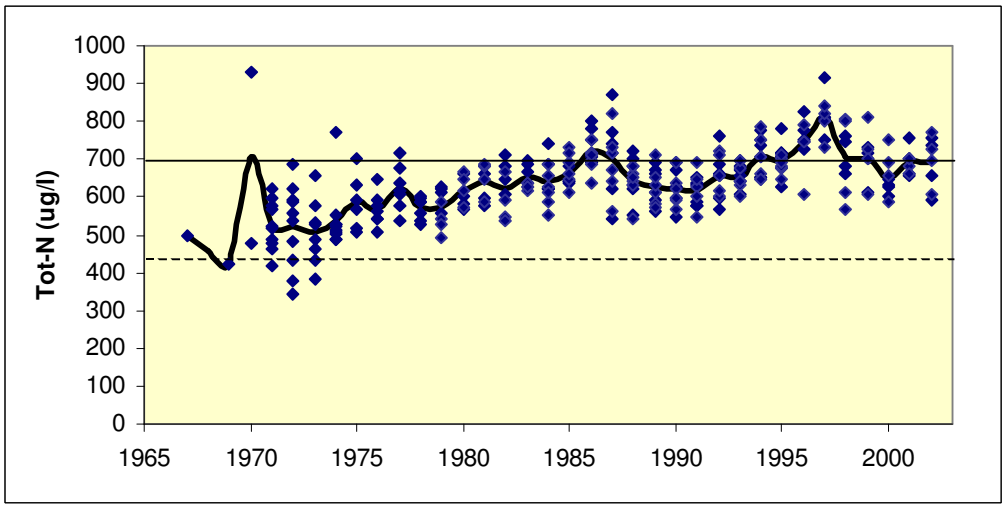
3. Tillförseln från kommunala reningsverk skall minska med 35 % fram till sekelskiftet(år 2000).

Måluppfyllelse

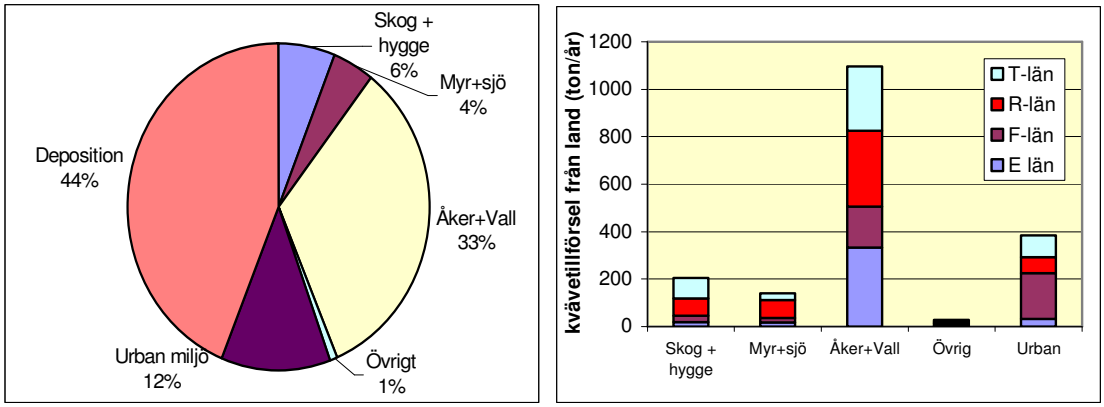
I motsats till fosforhalterna så har kvävehalterna i Vättern gradvis ökat under perioden 1967-2001. I början av perioden var halterna omkring 500 µg/l Tot-N för att nå en högsta nivå vid slutet av 1990-talet på knappa 700 µg/l Tot-N. De höga halterna vid slutet av 1990-talet sammanfaller med en period av en rad milda vintrar och en stor avrinning vilket fick till följd att vattenståndet i Vättern blev osedvanligt högt (Figur 16). Avrinning medförde en stor tillförsel av organiskt bundet kväve vilket i sin tur mineraliserades till nitrat. Ökningen av kväve under hela perioden orsakas framför allt av ökade nitrathalter i vattenmassan. Nitrat utgör under 2000-2003 ca 75% av totalhalten av kväve. Det är emellertid inte detsamma som om att tillförseln till Vättern skett i form av nitrat.

Totalkvävehalterna i Vättern förefaller under 2000 och framåt ha stabiliserats kring strax under 700 µg/l Tot-N, vilket är högre än det i Vättern 96[16] uppsatta **långsiktiga kvalitetsmålet** (450 µg/l Tot-N). Det långsiktiga kvalitetsmålet för kväve baserar för liksom fosfor på dels vad som anses naturligt för liknande system, samt också på en modellering[44] utifrån belastningsdata genom åren för vilken halt som skulle ha funnits före påverkansperioden. För kväve finns ingen paleolimnologisk metodik motsvarande som för fosfor[22].

Det **kortsiktiga kvalitetsmålet** för kväve anger att halterna skall minska från 6-700 µg/l Tot-N (halterna 1996) till 5-600 µg/l Tot-N. Om man utgår från 1996 års nivå (medel 770 µg/l Tot-N) har halterna inte förändrats signifikant med tiden även om medelvärdet har minskat gradvis. År 2002 var medelvärdet för Tot-N ca 680 µg/l och år 2000 var halterna ca 630 µg/l Tot-N i årsmedel. Tot-N halterna har minskat med ca 100 µg/l sedan högflödesperioden under sent 1990-tal varför trenden går åt ”rätt håll” för närvarande. Det kortsiktiga miljökvalitetsmålet kan ändå inte anses uppfyllt men trenden är att framtidsutsikterna är goda att målet nås inom en generation.



Figur 49. Utveckling av totalkvävehalterna i ytvatten i Vättern 1967-2002 med samtliga värden för båda stationerna utritade. Heldragen trendlinje indikerar medel för stationerna Jungfrun samt Edeskvarna. Horisontell heldragen linje indikerar kortsiktigt miljökvalitetsmål (6-700 µg/l Tot-N) och streckad indikerar långsiktigt miljökvalitetsmål (450 µg/l Tot-N) i Vättern 90[5].



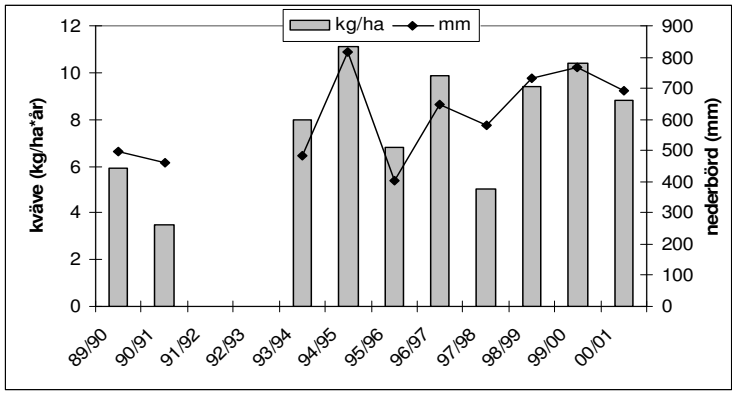
Figur 50. Källfördelning av kväve (Tot-N) till Vättern (data från [45]). Total tillförsel är ca 3 500 ton/år varav direkt nedfall på sjöytan är ca 1 500 ton/år.

Vad gäller det långsiktiga belastningsmålet (**delmål 1**) d v s tillförseln till sjön måste minska med ca 1 000 ton eller ca 30 % av tillförseln som angavs i Vättern 90[5], är denna minskning till stor del beroende på att det atmosfäriska bidraget minskar. Vätterns stora sjöyta i förhållande till tillrinningsområde i övrigt medför nämligen att inverkan av nederbörden är stor (Figur 50). Den totala tillförseln till Vättern kan beräknas till ca 2 000 ton från omlandet och 1 500 ton från atmosfärisk deposition (nitrat och ammonium) direkt på sjöytan, d v s att totalt tillförs Vättern ca 3 500 ton kväve per år.

För att den totala tillförseln av kväve skall kunna minska krävs det att den atmosfärsiska belastningen måste minska med 30-35 % (**långsiktigt belastningsdelmål 2,** samt **kortsiktigt belastningsmål 1**). En 30-35 % minskning innebär att depositionen skall minska med i stora tal ca 500 ton (baserat på depositionsmedelvärde 1 500 ton kväve per år). Till grund för uppsatt mål för Vättern ligger det nationella miljömålet att kvävenedfallet skall reduceras ned till gällande kritisk belastningsgräns 5 kg N/ha och år från en nivå på ca 7,5 kg N/ha och år.

Den atmosfäriska belastning mätt på förbundets nederbördsstation på Visingsö visar att sedan mätningarnas början 1989 har mängderna pendlat mellan ca 4-11 kg N/ha*år (motsvarar 750-2 210 ton N/år för hela Vättern) och att variationen beror till stor del på nederbördsmängderna (Figur 51). Under 1990-talet har mellanårsvariation i depositionen varierat med ± ca 50 % varför trender av totaldeposition är svåra att belysa. Medelvärdet för perioden är ca 8 kg/ha*år vilket motsvarar ca 1 500 ton N/år för hela Vätterns yta. Kvalitetssäkrade data finns endast från 1993 och framåt. Under denna period föreligger ingen statistisk trend åt något håll vad gäller totaldepositionen varför **långsiktigt belastningsdelmål 2** samt **kortsiktigt belastningsdelmål 1** ej kan anses vara uppfyllt. Det är dock osäkert om det långsiktiga belastningsmålet kan nås inom en generation. Vid en granskning av koncentrationer av nitrat och ammonium i nederbörd visar det sig dock att koncentrationen av både nitrat och ammonium minskat signifikant under perioden 1993-2003. Orsaken till att delmålen ej uppfylls är huvudsakligen på grund av att slutet av 1990-tal varit så pass nederbördsrik och varm vilket resultera i stor deposition trots de minskade koncentrationerna.

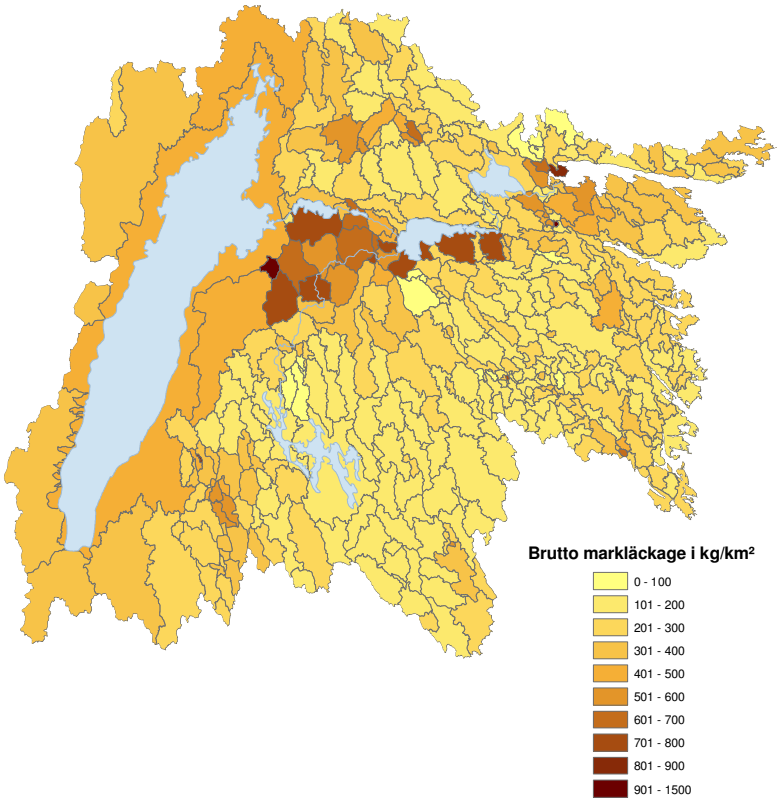
Totaltillförseln till Vättern beror vidare på tillskott från tillrinningsområdets karaktär, i Vätterns fall huvudsakligen jordbruks-och skogsmark (Figur 11 och Figur 12). Det beräknade tillskottet från jordbruksmark utgörs av ca 1 100 ton N/år och bör enligt tidigare vattenvårdsplaner minska med 35 % (**långsiktigt belastningsdelmål 3** samt **kortsiktigt belastningsdelmål 2**). Beräkningen baseras på den kvävemodell som utarbetades under 1996[45]. Någon ny modellering har inte utförts inför föreliggande avstämning varför en direkt jämförelse inte är möjlig.



Figur 51. Nederbördens innehåll av kväve över Visingsö i Vättern 1993-2001 (hydrologiska år).

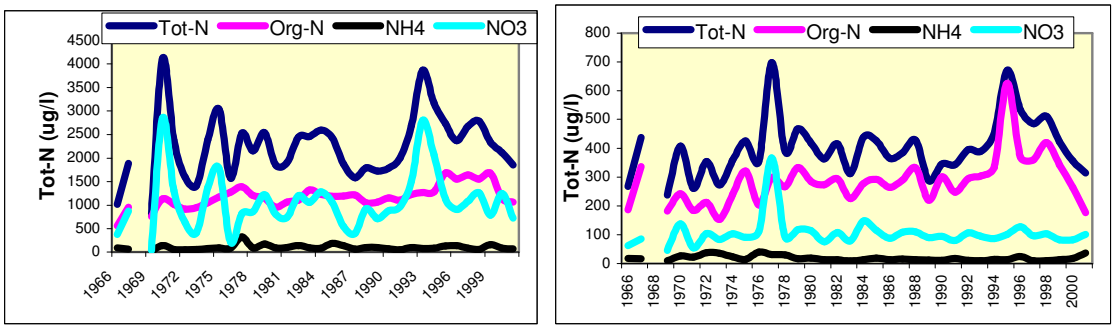
I ett projekt mellan Länsstyrelsen i Östergötland och SMHI rörande kvävetransporter och källfördelning ingick även Vättern och dess tillrinningsområde[46], dock med begränsat utsnitt för att fullt ut kunna tolka vad som tillförs Vättern specifikt. Men om vissa antagande görs går det att få fram att kvävetillförseln till Vättern under perioden 1993-2002 varit i snitt ca 3 600 ton per år varav atmosfärsbidraget direkt på sjöytan utgörs av ca 1 250 ton per år. I samma studie går det att göra en beräkning för jordbruksmarkens bidrag till Vättern vilket befanns vara 1 180 ton/år. Detta är i samma storleksordning med vad som redovisats i Vätternvårdsförbundets tidigare studier vilket leder till att det inte förekommit någon minskning från jordbruksmark. Därmed har varken det **långsiktigt belastningsdelmål 3** eller **kortsiktigt belastningsdelmål 2** infriats.

Tillförseln från jordbruksmark har inte minskat i de utpräglade jordbruksåarna t ex Mjölnaån (Östergötlands län) sett över hela perioden som övervakningsprogrammet funnits (start 1983) (Figur 53). Troligen kan en stor del av förklaringen ligga i att de milda vintrarna med stora nederbördsmängder under sent 1990-tal medfört att eventuella åtgärder för att minska läckage (skyddszoner etc) överskuggas av nederbörden. För att utvärdera delmålen för jordbruksmark fullt ut krävs en ny modellering motsvarande den som utfördes 1995[45]. Det är dock rimligt att anta att detta mål ej uppfyllts. I just Mjölnaån transporteras årligen mellan 75-300 ton kväve per år till Vättern. Huskvarnaån är det tillflöde som tillför mest kväve, närmare 3-400 ton per år. Mängderna har dock minskat under andra halvan av 1990-talet till följd av införd kväverening på reningsverket. Därefter följer Tabergsån och Forsviksån (ca 150-200 ton/år) följt av Mjölnaån. Huskvarnaån och Tabergsån har stora reningsverksutsläpp nära mynningen vilket till stor del förklarar dessa vattendrags stora tillförsel till Vättern.



Figur 52. Bruttomarkläckage för kväve (kg/m^2) i Motala Ströms avrinningsområde för hur mycket som når havet [46].

Om man betraktar transporterna (årsvärden) under perioden från 1990 och framåt t o m 2001 finns dock en minskande trend mellan perioden 1993 -2000. Den låga tillförseln som inträffar just 1990 medför att jämförelser med just detta årtal i vattenvårdsplanen blir ”känsliga”. Det är av därför av vikt att referensperioden inte baserar sig på något enstaka år utan ett ”representativt värde” (t ex 5-årsmedelvärde). I Naturvårdsverkets bedömningsgrunder[47] skall tillstånd bedömas utifrån treårsmedelvärden. Trenden för delmålen är således god och det finns möjlighet att delmålen kan nås inom en generation.



Figur 53. Medelvärden av koncentrationer 1966-2001 av totalkväve i Mjölnaån (till vänster) som anses vara jordbrukspåverkad samt Svedån (till höger) som rinner genom ett skogslandskap utan nämnvärd mänsklig påverkan. Notera olika skalor på y-axeln.

Tillförsel från skogsmark beror till stor del på den atmosfäriska depositionen om inga andra förändringar (hygge etc) ägt rum. I övervakningsprogrammet av Vätterns tillflöden (totalt 17 tillflöden som motsvarar ca 80 % av avrinningsområdet) framgår att kvävekoncentrationerna ökar i samtliga vattendrag förutom i de som har större reningsverk där kväverening införts[48]. Kväve ökar således även i de mest opåverkade åarna vilket indikerar att nederbörden har en stor inverkan. De ökande trenderna sammanfaller troligen med klimatförändringarna.

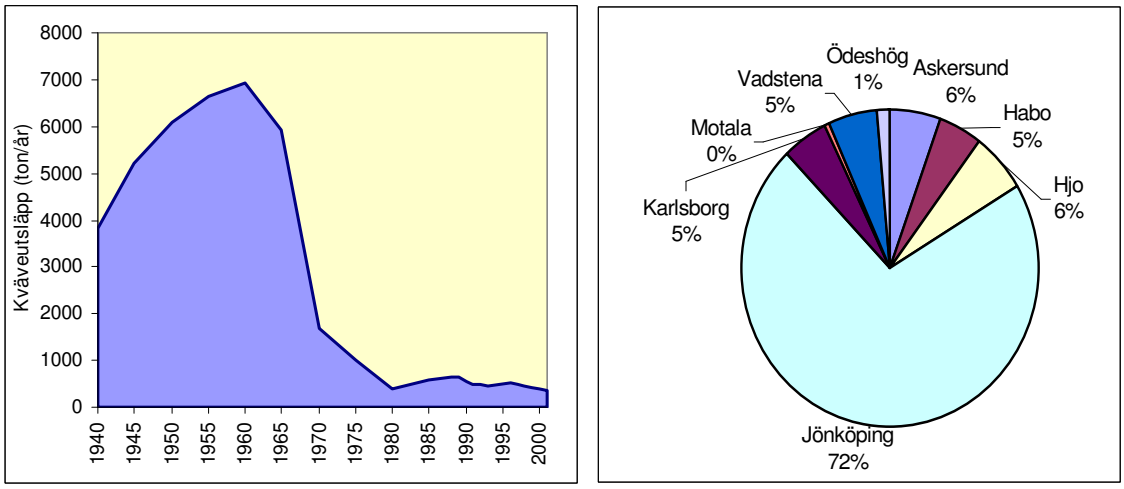
I den belastningsberäkning för kväve som tidigare utförts[45] anges tillförseln från skog till 6 % av den totala tillförseln trots att skog utgör närmare 60 % av avrinningsområdet (Figur 11). I Vättern 96 angavs att tillförseln från skogsbäckarna måste minska med ca 10 % (**långsiktigt belastningsdelmål 4**). I den källfördelning av kväve som är utförd för Motala ströms avrinningsområde[46] kan kväveläckage från skogsmark under perioden 1993-2002 beräknas till ca 350 ton/år och ytterligare ca 30 ton/år från hyggen d v s totalt ca 380 ton kväve från skogsmark. Detta är en ökning från tidigare modellering[45] där skogsmark (skog och hygge) beräknades bidra med dryga 200 ton per år. Kväveläckaget har därmed troligen ökat. Denna ökning är delvis beroende av klimatet (nederbördsdepositionens storlek, tjälad period under vintern) (Figur 51) och är därmed avhängig av delmål 1. Även andra faktorer såsom dikning, träd/förna-biomassa bidrar till ökat kväveläckage från skogsmark. Svedåns avrinningsområde består till största delen (77 %) av skog. I detta avrinningsområde syns inte någon trend som inte sammanfaller med klimatet (Figur 53).

Det delmål inom kväve som direkt går att utvärdera är **långsiktigt belastningsdelmål 5 samt kortsiktigt delmål 3**, d v s att tillförseln från kommunala reningsverk till Vättern skall minska med 35 %. Beräkningen baseras på underlaget till Vättern 90[5] och innebär att 50 % kvävereduktion uppnås vid de två största kommunala reningsverken i Jönköping och Huskvarna. År 1990 var den beräknade kvävetillförseln från kommunala reningsverk totalt ca 450 ton kväve/år (Figur 54). Kvävereduktion infördes på Huskvarna och Jönköpings reningsverk 1998 vilket medförda att totaltillförseln via dessa två reningsverk minskade totalt från ca 350 ton/år

till 220 ton N/år vid år 2001 (motsvarar ca 25 % minskning vid Simsholmen och ca 40-50 % minskning vid Huskvarna reningsverk). Detta trots att antalet tillkopplade personekvivalenter ökade under samma period. Införandet av kväverening på både reningsverken med en reningsgrad på 25 resp 50 % är dock tillfredsställande för att uppnå det långsiktiga belastningsdelmålet även om reningsgraden borde bli bättre på åtminstone Simsholmens reningsverk.

Den totala tillförseln av kväve från reningsverk till Vättern uppgick till ca 360 ton N/år år 2001 vilket är en minskning av kvävetillförseln från reningsverken med ca 20 % jämfört med 1990. Därmed uppnås inte målet om de exakta årsvärdena används. En alternativ bild fås om medelvärde för åren 1988-91 jämförs med 1998-2001. Minskningen beräknas även då till ca 30 %. Därmed är i princip även det kortsiktiga belastningsdelmålet uppnått.

Mängderna från skogsindustrierna Aspa Bruk AB och Smurfit Munksjö AB är inte obetydliga i dessa sammanhang och uppgår för Aspa Bruk AB till ca 30 ton kväve per år samt ca 8 ton fosfor per år och för Munksjö AB 30 ton kväve samt 0,25 ton fosfor per år (Figur 56). Trenden för pappersindustrin är att totala utsläppen ökar medan utsläppen per producerad massa (eller produkt) minskar. Se också se 132.



Figur 54. Totaltillförsel av kväve till Vättern under perioden 1940-2001 (till vänster) och källfördelning (medel för 1996-2001) för kväve från reningsverk (summa per kommun) runt Vättern (till höger). Total mängd är ca 360 ton per år (år 2001).

Är målen uppnådda?

Varken det **långsiktiga** eller det **kortsiktiga kvalitetsmålet** kan anses vara uppfyllda. Möjligen kan en viss positiv utveckling skönjas då halterna stabiliserats kring nivå kring 700 µg/l Tot-N samt att halterna minskat efter ”rekordvärdena” under högflödesperioden. Trenden är med andra ord god för att halterna sakta men säkert skall minska (Tabell 29). Dock behövs ytterligare åtgärder för att minska kvävetillförseln från samtliga källor.

Av de **långsiktiga** eller de **kortsiktiga belastningsmålen** är det endast ett som kan anses vara uppfyllt - gällande reningsverkens kvävebelastning. Detta beror till stor del på införsel av kvävering på reningsverken i Huskvarna och Simsholmen (Tabell 29). Emellertid nåddes inte den uppsatta målnivån för reningsgraden men reduktionen anses ändock vara tillfredsställande.

Det finns goda framtidsutsikter att vissa delmål skall kunna infrias inom en generation då trenden är åt rätt håll i flera fall. Dessutom kännetecknas andra halvan av 1990-talet av en våt och mild period vilket lett till att vattendragen generellt i södra Sverige har uppvisat höga halter och transporter av organiskt material och näringsämnen. Totalt sett utgör kvävemålet det miljömål som har sämst uppfyllnadsgrad av tidigare uppsatta mål i Vättern 90[5] och Vättern 96[16] (Tabell 29).

Tabell 29. Utfall av målen för Kväve i Vättern 90[5].

Mål för KVÄVE	Måluppfyllelse	Trend	Nås generationsmålet?	Kommentar
Kvalitetsmål *Långsiktiga*				
1. Totalkvävekoncentrationen bör minska från nuvarande 600-700 µg N/l till i första hand ca 450 µg N/l.	☹	😐	😐	Halterna stabiliserats kring 700 µg/l Tot-N, Minskat med >100 µg/l Tot-N sedan 1998.
Kvalitetsmål *Kortsiktiga*				
1. Totalkvävekoncentrationen bör minska från nuvarande 600 - 700 µg N/l till 500 - 600 µg N/l.	☹	☺	-	Halterna stabiliserats kring 700 µg/l Tot-N, Minskat med >100 µg/l Tot-N sedan 1998.
Belastningsmål *Långsiktiga*				
1. Det långsiktiga målet för kvävehalten i Vättern innebär att tillförseln till sjön måste minska med ca 1000 ton eller ca 30 % av tillförseln.	☹	☺	😐	Kräver ny modellering.
2. Den atmosfäriska belastningen måste minska med 30-35 %. Utgående från det nationella miljömålet att kvävenedfallet skall reducerat ned till gällande kritisk belastningsgräns 5 kg N/ha och år från en nivå på ca 7,5 kg N/ha och år.	☹	😐	😐	Ingen trend finns vad gäller totaldeposition, men koncentrationerna i nederbörden minskar dock.
3. Tillförseln från skogsbäckarna måste minska med ca 10 %. Denna minskning är beroende av en minskad luftdeposition.	☹	😐	😐	Kräver ny modellering. Troligt att det ej uppfylls.
4. Tillförseln från kommunala reningsverk skall minska med 35 %. Beräkningen baseras på underlaget till Vättern 90 och innebär att 50 % kvävereduktion uppnås vid de två största kommunala reningsverken i Jönköping och Huskvarna.	😐	☺	☺	Minskningen var ca 20-30%.. Kvävereduktionen gav en minskning på ca 30-50%.
Belastningsmål *Kortsiktiga*				
1. Den atmosfärsiska belastningen måste börja minska före sekelskiftet.	☹	😐	-	P g a nederbördsrika år.

2.	Tillförseln från jordbrukmark måste minska med 15 % fram till sekelskiftet.	☹	☺	-	Pga att jämförelseperioden varit nederbördsfattig. Dock god prognos.
3.	Tillförseln från kommunala reningsverk skall minska med 35 % fram till sekelskiftet.	☺	☺	-	Minskningen var ca 20-30% men fler p.e. har påkopplats.
SUMMERING		1 ☺ 1 😐 7 ☹	5 ☺ 4 😐 0 ☹	1 ☺ 4 😐 0 ☹	

- ☹ Målet bedöms ej vara uppfyllt i sin helhet.

Synopsis miljömål för näringsämnen

Kväve och fosfor i Vättern

Miljömålen för näringsämnen har uppfyllts vad gäller fosfor men inte för kväve. Det har en förklaring i att svenskt vattenvårdsarbete under lång tid varit inriktat på att reducera just ämnet fosfor till vattendrag och sjöar från avloppsreningsverk. Fosfor är normalt det tillväxtbegränsade ämnet för växtplankton i sjöar och tillförsel av fosfor leder till ökad algproduktion i vatten. På 1960-talet infördes t ex biologisk rening på reningsverken och på 1970-talet var flertalet av reningsverken utrustade med kemiskt rening. Reningsgraden i reningsverken uppgår till ca 95 % vad gäller fosfor. Därmed är en stor del av de minskade fosforhalterna förklarade.

I Vättern har halten av kväve gradvis ökat för att nu möjligen planat ut på en hög nivå. Viss nedgång kan skönjas men denna är ej statistiskt belagd. Tillförseln har sitt ursprung via såväl atmosfärisk deposition, från skogs-och jordbruksmark samt från reningsverk. På reningsverken har man sedan 1998 infört teknik för att reducera även kväve i utgående vatten. I Jönköping och Huskvarna infördes detta år 1998 vilket direkt ledde till uppemot 25-50 % reduktion av kväve i utgående vatten vilket utpekades i Vättern 90[5]. Det är därför rimligt att anta att framtida miljöövervakning kan visa på en långsam minskning av kväve i Vättern. Minskningen kräver dock att även de areella näringarna (jord-skogsbruk) också bidrager.

Växt- och djurplanktonrespons på hög kväve-fosforkvot

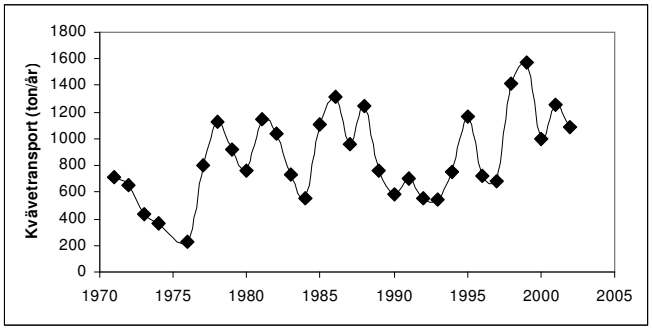
I Vättern har det uppstått en hög s k kväve/fosfor-kvot, närmare 100 mot ”normalt” för sjöar ca 15-30[49]. Sjöar med lång uppehållstid (>6 mån) har ofta kväve-fosforkvoter på >30[49]. Detta indikerar ett mycket stort kväveöverskott, klass 1 enligt bedömningsgrunderna[47]. Det är känt att växtplanktonsamhället kan ändras mot arter som är gynnade av hög kväve-fosforkvot bl a inom kislealgsamhället. Det förändrade artsamhället bland växtplankton kan i sin tur leda till förändrat zooplanktonsamhälle med påföljande att artstrukturen förstärker den redan höga kvoten[49]. Vilka effekter kväveöverskottet har på Vätterns ekosystem är idag inte känt men det finns indikationer på att mängden fastsittande alger s k påväxtalger, samt att vissa kiselalgssorter har gynnats. Dessutom har det periodvis indikerats förändrat zooplanktonsamhälle i Vättern. Framtida studier bör inriktas till att belägga effekter av den höga kväve/fosforkvoten.

Den minskade fosforhalten har emellertid inte lett till någon minskning i växtplankton mätt såsom klorofyll i Vättern som snarare uppvisar en ökning. På mitten av 1990-talet ägde ett metodbyte rum vilket innebar att samtliga växtplanktonarter i ett prov räknades, och inte bara de dominerande. Metodbytet innebar att växtplanktobiomassan plötsligt ökade något men det generella mönstret är alltjämt att den mer än halverade halten av total-fosfor inte återspeglas i minskad mängd växtplankton (både klorofyll och biomassa). Detta är svårförståligt och kräver en fördjupad forskningsinsats.

En möjlig förklaring till att växtplankton inte responderat på fosforminskningen kan vara att växtplanktonsamhället har ändrats mot storleksmässigt mindre arter som förekommer i större antal. Dessa småvuxna arter kan vara en indikation av hårt betestryck från djurplankton vilket leder till att de större ”mer aptitliga” arterna betas ned och de mindre oätliga tillåts öka och nå stora biomassor. En annan förklaring kan vara att betestrycket på växtplankton minskat då djurplanktonätande fisk prederar på djurplankton i takt med minskat näringsinnehåll i vattnet. Då minskar betestrycket på växtplankton i sin tur varvid biomassan av växtplankton kan bestå. Att i detalj utreda omsättningshastigheter i näringsväven kräver definierade studier.

Hur kan kvävehalten minskas i Vättern?

Befintligt kväve kan bortföras från Vättern genom olika vägar: a) ut genom Motala ström, b) sedimentera och ”begravas” i bottnarna, eller c) denitrifieras och avgå till atmosfären. Uttransporten via Motala ström har ökat under åren (Figur 55) men transporten återspeglar klimatfaktorer till stor del där hög nederbörd medför hög uttransport. I medeltal uttransporteras ca 850 ton kväve per år, med en variation på 220-1 500 ton kväve per år.



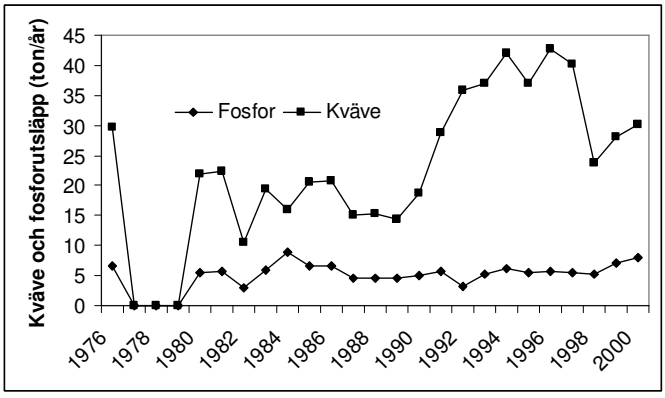
Figur 55. Uttransport av kväve i Motala ström 1970-2003.

Vad gäller sedimentationsprocesser saknas underlag för att kväve skall ha ökat sin sedimentation. Det är snarare troligt att den minskat i takt med minskande näringshalter. Det har tidigare antagits att denitrifikation i Vätterns sediement och vattenmassa varit hög då det bestämts såsom en ”restpost” vid budgetberäkningar (inflöde, utflöde osv). Bortförsel via denitrifikation i vattenmassan och sediment har studerats av forskare från Lunds Universitets som fann att denitrifikation i vattenmassan ej kunde mätas samt att denitrifikation var låg, i det närmaste var omätbar, i sedimentet (opubl. data). Detta har sin förklaring i att såväl vattenmassan och sedimentet är syresatt och dentrifikation kräver anoxiska förhållande. Därmed är troligen denitrifikation inte någon större process för bortförande av kväve ur vattenmassan. Troligen har sedimentationen, d v s retentionen, en betydande inverkan på just mängden i vattenfas.

Industriutsläpp av kväve och fosfor

Något som inte tagits upp under miljömålet är de stora pappersindustriernas utsläpp (se kapitel om skogsindustrier längre fram). På Aspa Bruk AB i norra Vättern släpper bolaget årligen

ut ca 5,5 ton fosfor per år och 33 ton kväve per år (Figur 56). Detta har skett i samband med att produktionen ökat. Likaså har utsläppen från Smurfit Munksjö AB i Jönköping ökat utsläppen av kväve från 5 ton kväve per år (1993) till 18 ton är 2001. Utsläppen av fosfor kan ej kopplas till någon negativ utveckling av ekologin. Däremot är det möjligt att de samlade industriutsläppen av kväve kan bidra till ackumulationen av kväve i Vättern.



Figur 56. Utsläpp av kväve och fosfor från Aspa Bruk AB 1970-2001.

Metaller

Långsiktiga miljökvalitetsmål

1. Koncentrationen av metaller i ytsediment och i Vätterns vattenmassa bör minska så att de ej överstiger de nivåer som betecknas som låga halter (klass 2) i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag.*

2. Halterna av metaller (kvicksilver) i fisk skall även fortsättningsvis vara så låga att fisk skall kunna konsumeras utan restriktioner.

Kortsiktigt miljökvalitetsmål

1. Halten av kvicksilver i fisk får inte öka.

** Miljömålet var satt att jämföras med de tidigare bedömningsgrunderna för sjöar och vattendrag[50]*

Långsiktiga belastningsmål

1. All användning av kvicksilver, kadmium och bly som kan medföra att metallerna sprids i naturen bör på sikt upphöra. Utsläppen av övriga miljöfarliga metaller bör minska.

Kortsiktiga belastningsmål

1. Belastningen av kvicksilver, kadmium och bly skall minska. Belastningen av övriga tungmetaller får inte öka.

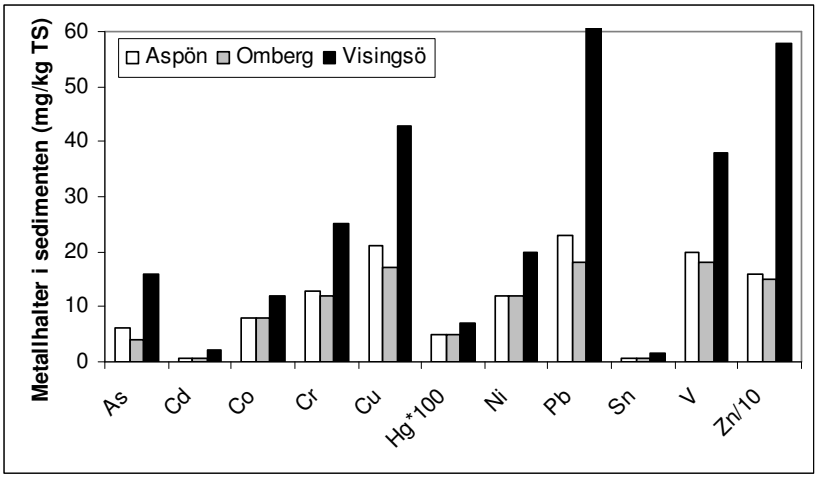
Måluppfyllelse

Vad gäller det **långsiktiga kvalitetsmålet 1** rörande metaller i sediment och vattenmassa så ingår undersökningar av metaller i vattenmassan regelbundet i övervakningsprogrammet. Sedimentstudier genomförs emellertid inte regelbundet utan är förknippat med specialstudier, ofta med annat syfte. Vidare är det långsiktiga kvalitetsmålet angivit att jämföras med de bedömningsgrunder[50] som gällde vid tiden då Vättern 90[5] antogs. Sedan dess har nya bedömningsgrunder utgivits[47]. För jämförelsens skull har klassningen utförts mot båda versionerna även om just målavstämningen har utförts mot den tidigare (Tabell 30).

Bedömningsgrunder[47 och 45] för tungmetaller i vattenmassan finns för sju stycken av de metaller som ingår i övervakningsprogrammet. Av dessa sju klassas samtliga utom två (koppar och zink) till klass 1 (mycket låga halter) i bedömningsgrunderna[50] (medel för perioden 1990-2001 samt medel för stationerna Edeskvarna och Jungfrun på 0,5 m). Båda koppar och zink klassas som 2 (låga halter). I de nya bedömningsgrunderna[47] klassas även zink till klass 1. De flesta koncentrationerna är i avtagande med tidstrenden och ingen förefaller att öka i vattenmassan.

Metallhalterna i Vätterns sediment undersöktes sommaren 2004 på tre lokaler, söder om Visingsö, utanför Omberg samt norr om stora Aspön. Dessa lokaler representerar södra, mellersta och norra Vättern (Figur 57). Av lokalerna är Omberg och Aspön relativt lika medan Visingsö ofta har något högre värden. I föreliggande avstämning har dock ett medelvärde av samtliga tre lokalerna använts. Ungefär hälften av metallerna klassas till 3 d v s måttligt höga halter, med de äldre bedömningsgrunderna[50]. Vid jämförelser med de nya bedömningsgrunderna[47] kommer samtliga metaller att vara i klass 2 eller lägre, förutom koppar som är i klass 3.

Jämförelsen med bedömningsgrunder visar på en ca 50 % uppfyllelse av sedimenthalterna medan om jämförelser görs mot de nya bedömningsgrunderna så är samtliga metaller utom koppar i klass 2. Därmed kan den ena delen av det långsiktiga kvalitetsmålet endast sägas vara måttligt uppfyllt.



Figur 57. Metallhalterna i Vätterns sediment ifrån tre lokaler. Notera att blyhalten från Visingsö är 150 mg/kg TS (utanför grafen), och att halten kvicksilver har ökats med 100 och halten zink har minskats med 10.

Tabell 30 Koncentrationer av tungmetaller i Vätterns ytvatten (0,5 m) och i ytsediment (0-1 cm). Ytvatten baseras på medel för perioden 1990-2001 och båda stationerna medan sediment togs 2004. Klassning enligt bedömningsgrunderna [50] respektive [47].

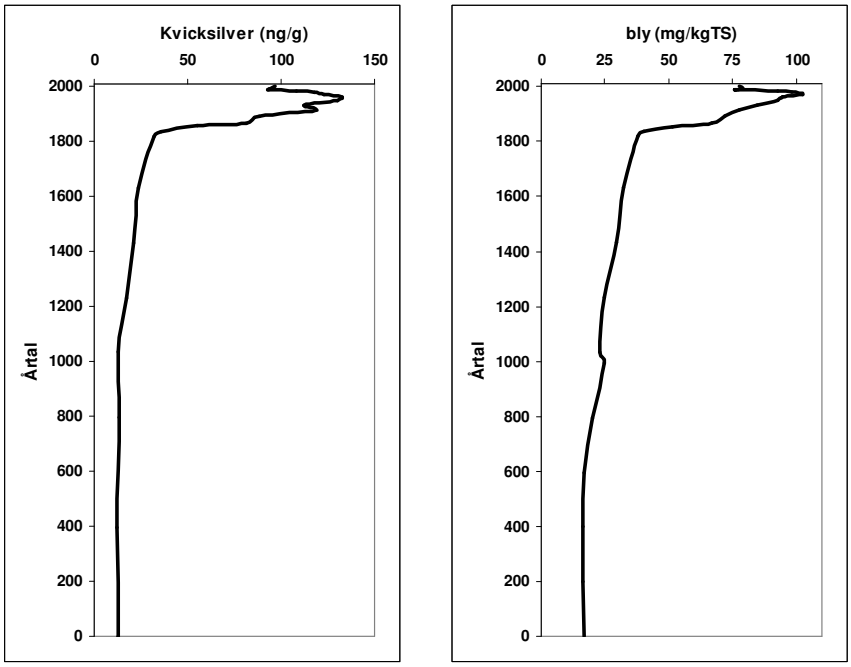
Ämne	Vatten Koncentration (ug/l)	Klass	Trend	Sediment Koncentration (mg/kg TS)	Klass	Trend
Koppar	0,71	2 ; 2	↓	27	3 ; 3	-
Zink	2,6	2 ; 1	↓	297	3 ; 2	-
Kadmium	0,008	- ; 1	→	1,05	3 ; 2	-
Bly	0,15	1 ; 1	→	63,7	3 ; 2	↓
Krom	0,30	1 ; 1	↓	16,7	2 ; 2	-
Nickel	0,63	1 ; 1	→	14,7	2 ; 2	-
Arsenik	0,18	1 ; 1	↓	8,73	2 ; 2	-
Kvicksilver	0,62*	-	→	0,06	2 ; 1	↓
Järn	10,2	-	→	-	-	-
Mangan	2,6	-	↓	-	-	-
Aluminium	6,4	- ; 1	→	16433	-	-
Kobolt	0,024	-	→	9,33	-	-
Vanadin	0,094	-	-	25,3	-	-

**mäts endast i utloppet vid Motala ström sedan 2000 (ng/l).*

I samband med den paleolimnologiska rekonstruktionen[22] av näringshalter analyserades dessutom kviksilver och bly i en djupprofil i sedimentet. Bly och dess isotoper används bl a för datering av sedimentet (Figur 58). Av djupprofilen framgår att kvicksilverbelastningen till Vättern ökade strax efter 1850-talet och nådde sin kulmen vid 1950-60 (max ca 130 µg/kg TS). Därefter har kvicksilverhalterna i ytsediment minskat och var ca 0,095 mg/kg TS vilket är i klass 1 enligt bedömningsgrunderna[47]. Blyhalterna steg vid mitten av 1800-talet och nåd-

de sin kulmen något decennium efter det att kvicksilver uppvisade sin kulmen, d v s vid 1970-talet (dryga 100 mg/kg TS). Dagens blyhalter i sedimentet jämförs med låga halter, klass 2, i bedömningsgrunderna[47].

Att klassningen av metaller är högre i sediment än i vattenfasen beror på vattnets långa uppehållstid vilket i sin tur medför en effektiv sedimentering. Vättern utgör en klassisk s k ”fälla” för olika ämnen d v s ämnena sedimenterar ur vattenfasen. Därmed kan slutsatsen dras att metallpåverkan på biota i vattenfasen troligen är låg medan risken för metallpåverkan på organismer är större för dem som lever i/nära bottnen. Det finns t ex indikationer på att vitmärlor som lever hela sin livscykel vid sedimentytan har en störd reproduktion vilket möjligen kan förklaras med en toxisk påverkan från sedimenten[51]. Emellertid har senare studier visat på att det är möjligt att även näringsbrist kan utgöra en viktig faktor, d v s kvaliteten och kvantiteten på födan på djupbottnarna är begränsande för reproduktionsframgången hos vitmärlor[34].



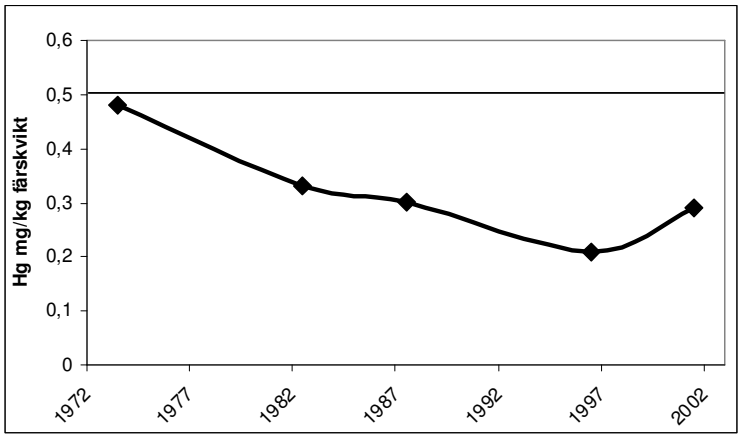
Figur 58. Rekonstruktion av sedimenthalter av kvicksilver och bly i sediment från 125 m djup söder om Visingsö. Tidsdateringen i lagerföljden går från år 0 till är 2000 e. Kr. Data från [22].

Det **andra långsiktiga kvalitetsmålet** för metaller innebär att metallhalterna skall vara låga så att fisk kan konsumeras utan restriktioner. Metaller i fisk har undersökts vid flera tillfällen. Under 1998-99 utförde Zinkgruvan, Aspa Bruk samt Smurfit Munksjö AB i stort sett samtidigt analyser på abborre i Vättern[66] inom ramen för sina tillståndprövingar. Dessutom genomfördes en omfattande studie av i huvudsak organiska miljögifter i feta fiskar, men även metaller analyserades[52].

De huvudsakliga slutsatserna från industriernas undersökning är att bly och kadmium är något förhöjda i abborre (lever) i norra Vättern. I södra delen är halterna av nämnda metaller lägre. Noteras bör dock att halter i levern inte avspeglar halterna i köttet då levern är kroppens avgiftningsorgan och kan därför uppvisa högre halter. För bly och kadmium finns inga gränsvärden utfärdade av Livsmedelsverket då dessa generellt inte utgör någon risk för konsumtion. Kvicksilverhalterna i abborrar är lägre i norra Vättern än i södra Vättern. Här spekuleras det i om att ”metallkonkurrens” kan vara en förklaring[66]. Zink har förmågan att konkurrerar ut

kvicksilverhalterna och eftersom zinkhalterna är högre i norra delen blir kvicksilvret lägre. Kvicksilverhalterna i abborre ligger mellan 0,05-0,1 mg/kg VV (våtvikt) vilket är under gränsvärdet för konsumtion (0,5 mg/kg).

Vissa metaller undersöktes även år 2001 i en omfattande analysomgång av olika ämnen i fet fisk från Vättern[52]. För kvicksilver framgår en tidsserie där halterna gradvis sjunker i röding (Figur 59). Vid de första mätningarna 1973 var halterna 0,48 mg/kg färskvikt vilket är nära gränsvärdet (0,5 mg/kg färskvikt). Därefter har halterna gradvis sjunkit och i det närmaste halverats. En svag ökning tycks förefalla vid den senaste undersökningen 2001. Men det bör noteras att kön, antal fiskar, storlekar mm skiljer mellan olika år, varför signifikanta skillnader och strikta slutsatser bör undvikas. Materialet ger dock en antydan om trenden. Även halten i andra fiskar t ex lake är i samma storleksordning d v s 0,3 mg/kg färskvikt.



Figur 59. Kvicksilverhalter i röding från Vättern 1973-2001. (Från [52]). Horisontell linje indikerar gränsvärde för konsumtion.

Utifrån nämnda undersökningar kan slutsatsen dras att såväl mager fisk (t ex abborre, gädda) som fet fisk (t ex öring, lax och röding) i Vättern kan konsumeras utan restriktioner vad avser dess metallinnehåll. Sålunda är det andra långsiktiga miljökvalitetsmålet och det kortsiktiga miljökvalitetsmålet för metaller uppnådda.

Tabell 31. Typiska metallkoncentrationer i fisk (medelvärden) från Vättern. Värdena är medelvärden i muskel eller lever. Data från [52] och [66].

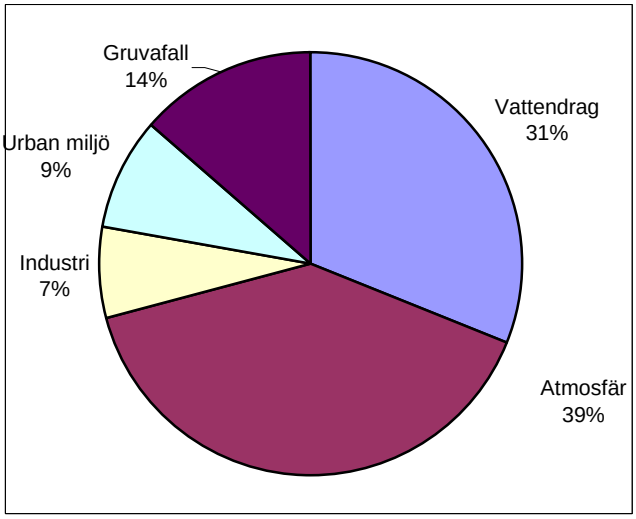
Fiskart	Cu µg/g TS	Pb µg/g TS	Zn µg/g TS	Cd µg/g TS	As µg/g TS	Hg µg/g TS	Ni µg/g TS
Röding	-	75	-	<0,0004	-	1,35	0,0044
Abborre**	7,1	13	82	1,7	-	0,09*	-
Lake	-	24	-	<0,0004	-	1,6	-

*enhet µg/g VS (våtsubstans)
** metaller analyserade i abborrlever förutom kvicksilver.

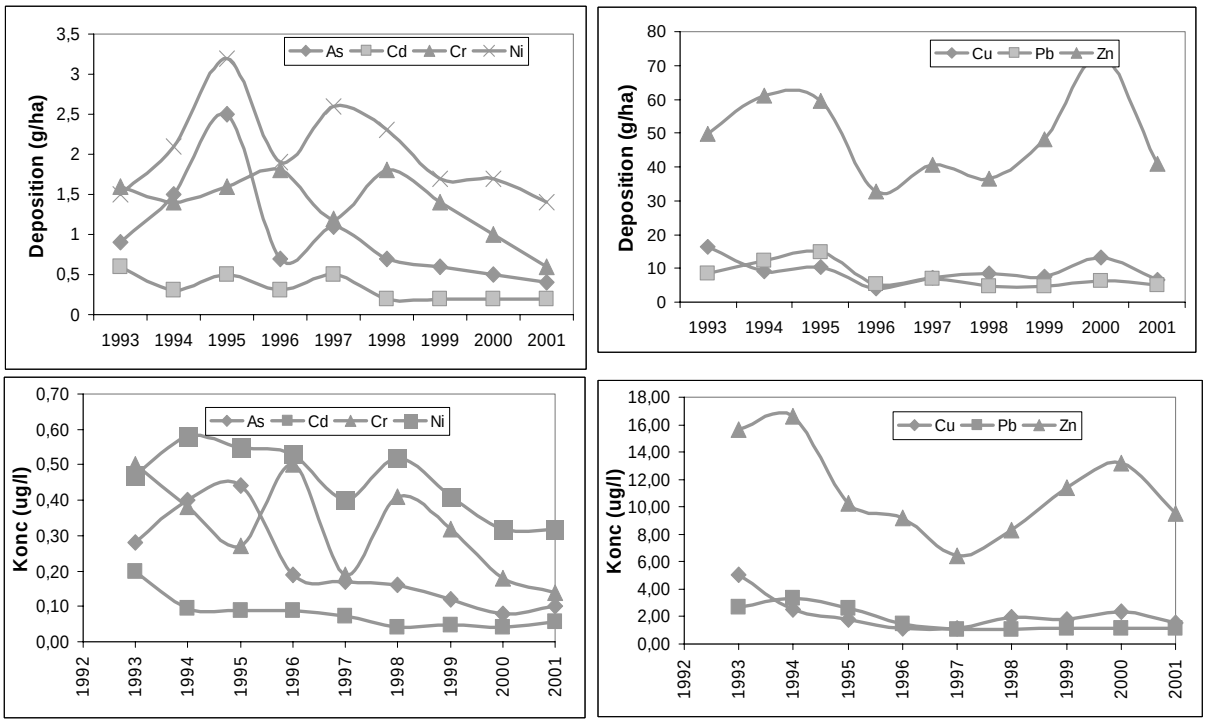
Är målen uppnådda?

Tillförseln av metaller till Vättern kommer från en rad olika håll vilket har redovisats tidigare[53]. Vad gäller de **långsiktiga och kortsiktiga belastningsmålen** har avstämningen gjorts utifrån avgränsning av tidigare redovisade källfördelning av metalltillförseln[53].

Deposition
Nederbörden står för en stor andel av totaltillförseln av tungmetaller till Vättern. Räknat såsom ett medelvärde för samtliga analyserade tungmetaller står deposition på sjöytan för i medeltal 40 % (variation 21-70 %). Tungmetallinnehållet i regn mäts på Visingsö sedan 1994. Den genomgående trenden är att koncentrationen i regn av de flesta analyserade tungmetallerna minskar. Trots att nederbördsmängden inverkar på totalmängden metaller som årligen faller på Vätterns yta har koncentrationsminskningen under tidsperioden medfört att totaldepositionen minskat (
Figur 61).



Figur 60. Källfördelning av tungmetaller till Vättern. Medel för samtliga analyserade metaller. (Från [53]).



Figur 61. Tidstrender för deposition (överst) och koncentration (nederst) av tungmetaller över Visingsö 1993-2001**.**

Tillflöden

Metallhalter mäts i sju av Vättern tillflöden genom såväl Vätternvårdsförbundets försorg som genom Norra respektive Södra Vätterns Recipientkontrollprogram. I de opåverkade tillflödena är metallhalterna generellt mycket låga till låga halter (klass 1 och 2). Samtliga övriga tillflöden uppvisar högre klasser. Malmabäcken som avvattnar Habo tätorts centrala delar har genomgående höga halter vilka kan utgöra fara för biologin. I norra Vättern är halterna i Kärrafjärdens utlopp höga (klass 4), särskilt zink, koppar och bly uppvisar tydliga avvikelser. I detta område förekommer också naturligt höga halter med gruvverksamhet som följd. Årligen transporteras det t ex ca 15 ton zink från Kärrafjärden till Vättern. Det har länge spekulerats i om Kärrafjärden utgör en källa för bl a zink då det rinner till betydligt mindre än vad som rinner ut från området. Mer troligt är dock att det någonstans i närheten finns någon ”hot-spot” som läcker. Vätternvårdsförbundet har inom metallgruppen jobbat länge med att identifiera och kvantifiera metallkällor i norra Vättern[61] och för närvarande pågår studier vid den vid Kärrafjärden belägna s k Rosthyttan.

Tabell 32. Klasser enligt bedömningsgrunder[47] för olika tungmetaller (koncentrationer) i Vätterns tillrinnande vattendrag.

Lokal	Koppar	Zink	Kadmium	Bly	Krom	Nickel
Forsviksån	2	1	1	1	1	1
Malmabäcken	4	3	2	3	2	2
Svedån	1	1	1	1	1	1
Lillån	3	2	2	2	2	2
Munksjöns utlopp	2	2	2	2	3	2
Huskvarnaån	2	1	2	2	2	2
Kärrafjärdens utlopp	2	4	2	4	2	2
Alsen utflöde	2	3	2	2	2	1
Stora Hammarsundet	2	4	2	3	2	2

Sett över perioden 1990-2001 har den totala metallbelastningen på Vättern troligen minskat. Tillförseln via vattendragen beror till delvis på nederbördsmängderna men även på minskade utsläpp från industrier. Sålunda förekommer en ökning av tillförseln av tungmetaller via vattendrag under nederbördsrika slutet av 1990-talet. Trenden har därefter minskat genomgående även om det fortfarande förekommer t ex förhöjda halter av zink i norra Vättern (Tabell 32). Det är troligt att det långsiktiga belastningsmålet rörande generell användning etc av metaller infrias då koncentrationerna i huvudsak är i klass 1 och 2 utom i de mest påverkade vattendrag där det förekommer kända metallproblem. Likaså har de större industrierna karterat sina källor och mängder för att belägga sin belastning på Vättern.

Både de **långsiktiga och kortsiktiga kvalitetsmålen** kan sägas vara **uppnådda**. Halterna av metaller i både vatten och sediment är i huvudsak i klass 1. Vidare är metallhalterna i både fet och mager fisk under förekommande gränsvärden, och metallhalterna i fisk förefaller minska ytterligare.

Tabell 33. Sammanfattande tabell för slutsatserna vid avstämningen av miljökvalitetsmålet för metaller.

Mål för Metaller	Måluppfyllelse	Trend	Nås generationsmålet?	Kommentar
Kvalitetsmål *Långsiktiga*				
1. Koncentrationen av metaller i ytsediment och i Vätterns vattenmassa bör minska så att de ej överstiger de nivåer som betecknas som låga halter (klass 2) i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag.	😐	☺	☺	Samtliga metaller utom koppar klassas såsom klass 1 i vatten. I sediment förekommer metaller i klass 2 och 3.
2. Halterna av metaller (eg kvicksilver) i fisk skall även fortsättningsvis vara så låga att fisk skall kunna konsumeras utan restriktioner.	☺	☺	☺	Förekommande kostrekommendation baserar sig på organiska miljögifter.
Kvalitetsmål *Kortsiktiga*				
1. Halten av kvicksilver i fisk får ej öka.	☺	☺	-	Röding såsom matris.
Belastningsmål *Långsiktiga*				
1. All användning av kvicksilver, kadmium och bly som kan medföra att metallerna sprids i naturen bör på sikt upphöra. Utsläppen av övriga miljöfarliga metaller bör minska.	☺	☺	☺	
Belastningsmål *Kortsiktiga*				
1. Belastningen av kvicksilver, kadmium och bly skall minska. Belastningen av övriga tungmetaller får ej öka.	☺	☺	-	
SUMMERING	4 ☺ 1 😐 0 ☹	5 ☺ 0 😐 0 ☹	3 ☺ 0 😐 0 ☹	

- ☺ Målet bedöms vara uppfyllt i sin helhet.

Synopsis miljömål för metaller

Det är alltjämt förhöjda halter av metaller i Vätterns sediment som kan fungera som ett historiskt arkiv. Det framgår av den paleolimnologiska studie att föroreningsperioden tog fart på mitten av 1800-talet trots att det förekommit metallhantering i såväl södra som norra Vättern under flera hundra år. Ett rimligt miljömål för framtiden bör vara dubbla bakgrundshalterna i sedimentet. Dagens industrier har utsatts för miljöprövning enligt moderna lagar varvid ut-

släpp till vattendrag minskat generellt. Man kan med andra ord säga att dagens verksamma industri är förhållandevis ”snäll” jämfört med tidigare, utan att för den skull vara obetydliga påverkare på Vättern.

Som tidigare belysts för andra miljömål är Vättern till stor del beroende av internationella konventioner för att minska atmosfärsdepositionen på Vättern. Härvid gäller det att lyfta frågan till berörda myndigheter.

Det förekommer dock alltjämt en post som inte berörts nämnvärt – dagvattnets bidrag av metaller till Vättern. Miljömål för detta förekommer inom Vätternvårdsförbundet inom ”verka-för-satserna”.

Stabila organiska ämnen

Långsiktigt miljökvalitetsmål
1. Halterna av stabila organiska ämnen i fisk skall vara så låga att all fisk skall kunna konsumeras utan restriktioner.

Kortsiktigt miljökvalitetsmål
1. Halterna av stabila organiska ämnen i fisk får ej öka mätt som mg/kg fettvikt.

Långsiktiga belastningsmål
1. Belastningen av stabila organiska ämnen av antropogent ursprung måste på sikt upphöra. Baserat på det nationella miljömålet att stabila organiska och miljöskadliga ämnen på sikt inte skall få förekomma i miljön.

2. Förekomsten av stabila organiska ämnen i Vätterns sediment och organismer måste minska väsentligt. Baserat på det nationella miljömålet att utsläppen av stabila organiska ämnen skall begränsas så att de till sekelskiftet nått en sådan nivå att miljön inte tar skada.

Kortsiktiga belastningsmål
1. Belastningen av stabila organiska ämnen av antropogent ursprung skall minska.

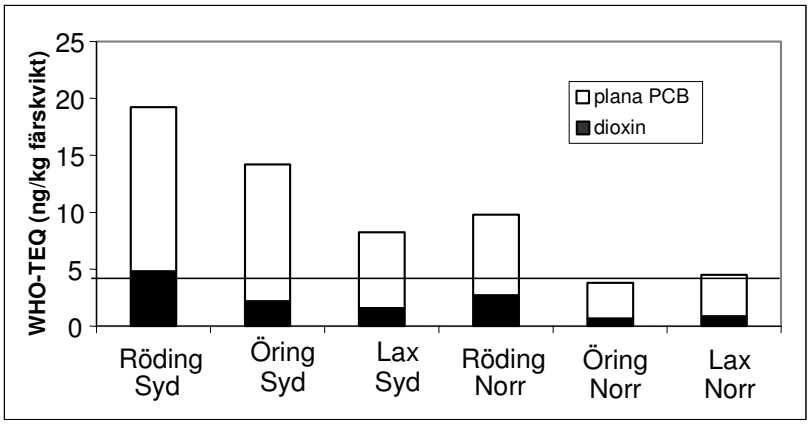
Måluppfyllelse

Statens Livsmedelverk har sedan ett antal år arbetat fram s k kostrekommendationer istället för s k svartlistning av fisk i svenska vatten. Det innebär att man kan äta en viss mängd fisk per tidsenhet utan risk för hälsoskador om man tillhör en särskild grupp, t ex gravida. I Vätterns fall har röding tillhört de fiskarter som har kostrekommendationer. I samband med den regelbundna avstämningen av kostrekommendation år 2001 provtogs även lax och öring[52]. Det fick till följd att även dessa arter belades med kostrekommendationer då bl a dioxinhalterna var höga. Kostrekommmendationer gäller således generellt fet fisk i Vättern.

Styrande för saluföring, och därmed indirekt för konsumtion av Vätternfisk, har också varit ett EU-direktiv[54] som inneburit att fiskarter med dioxinhalter över en viss nivå inte får saluföras. I samma sammanställning som ovan[52] konstaterades att samtliga undersökta fiskarter uppvisade halter (inkl s k plana PCB) över det i EU-direktivet uppsatta gränsvärde 4 ng WHO-TEQ/ kg färskvikt. Högst dioxinhalter (inklusive plana PCB) analyserades då i röding från södra Vättern som hade över 19 WHO-TEQ/kg färskvikt. Halterna var högre i Vätterns södra del än i den norra (ca 10 WHO-TEQ/kg färskvikt)(Figur 62). Samma mönster uppvisades för öring. Lägst var halterna i lax som även den hade högre halter i söder än i norr (Figur 62). Medelvärdena för hela sjön uppvisar att röding är högst med 14,5 WHO-TEQ/kg färskvikt, följt av öring 9,0 WHO-TEQ/kg färskvikt och lägst var halterna i lax med 6,4 WHO-TEQ/kg färskvikt. Samtliga fiskarter var således över gränsvärdet i EU-direktivet.

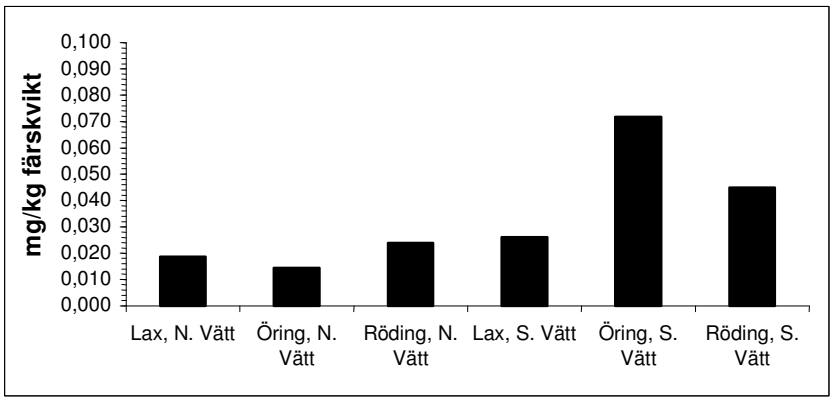
Om man räknar bort de dioxinlika PCB (s k plana PCB) från totala dioxininnehållet understigs dock gränsvärdet (4 ng WHO-TEQ/kg färskvikt) i samtliga fiskarter (Figur 63), inklusive röding[52]. De plana PCB utgör en oproportionellt stor andel (upp mot 80 %) i just Vättern jämför med fiskar som undersöktes av Livsmedelsverket. Vid tidpunkten för denna avstämning är det ej klart ifall gränsvärdet kommer inkludera de sk plana PCB eller inte.

Mönstret mellan de olika fiskarterna (Figur 62) är logiskt med tanke på att röding lever hela sin livscykel i Vättern. Öring spenderar två år i tillflöden såsom yngel och exponeras därför för en annan miljö än Vättern. Laxen planteras in i Vättern från odlingar där uppväxtbetingelser, exponering mm varit helt annorlunda vilket leder till lägst halter. Laxen har dessutom en snabbare tillväxt än rödingen och öringen.



Figur 62. Dioxinhalter i Vätternfisk 2001. Data från [52].

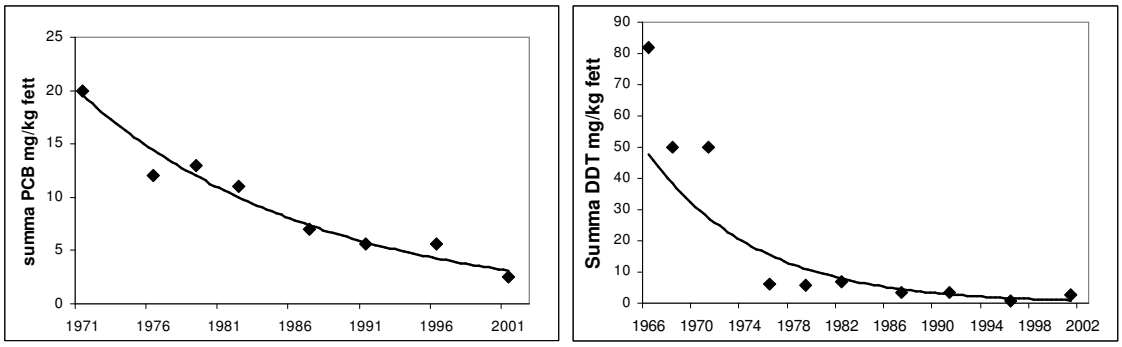
För de ”klassiska” miljögifterna PCB och DDT finns gränsvärde endast för enstaka s k congener av PCB. Livsmedelsverket har satt ett gränsvärde av PCB-congenen 153 till 0,1 mg/kg färskvikt. Inga av de undersökta fiskarna år 2001 i Vättern överskrider gränsvärdet (Figur 63). Ur PCB-synvinkel (med en congen) fisk från Vättern är således under gränsvärdet.



Figur 63. Koncentrationer av PCB153 i Vätternfisk. Gränsvärde är 0,1 mg/kg.

PCB och DDT/DDE har undersökt i Vättern sedan 1960/70-talet. Det rör sig här om en stor variation av antalet fiskar, kön på fisken, storlekar mm varför jämförelser inte låter sig göras i strikt vetenskaplig bemärkelse. Emellertid har all befintlig data rörande PCB och DDT/DDE i Vättern sammanställts[55]. Denna sammanställning visar att sedan mätningarna påbörjades av DDT/DDE i slutet av 1960-talet har halterna i Vätternfisk minskat med 13 % per år. Motsvarande jämförelse för PCB visar på en minskning på ca 5 % per år. Halterna har minskat så pass mycket att förändringen i reella tal ”planar ut” men i relativa tal är minskningstakten fortfarande densamma som under hela perioden[55]. Minskning av PCB och DDT i Vättern är i samma storleksordning som uppmätts i annan biota i Sverige[56]. Således utgör inte Vättern något särfall.

I en senare studie[57] kunde Vätternvårdsförbundet konstatera att personer som haft ett stort kostintag av just Vätternfisk hade blodhalter av t ex PCB som var högre än olika kontrollgrupper vilka åt annan fisk än Vätternfisk. Det är således risk att ett stort kostintag av fet fisk från Vättern kan medföra förhöjda miljögiftshalter i blodet hos människan. I samma studie konstateras det dock att dagens konsumtion är låg då fisk har andra nyttiga egenskaper så länge som man följer kostrekommendationerna.



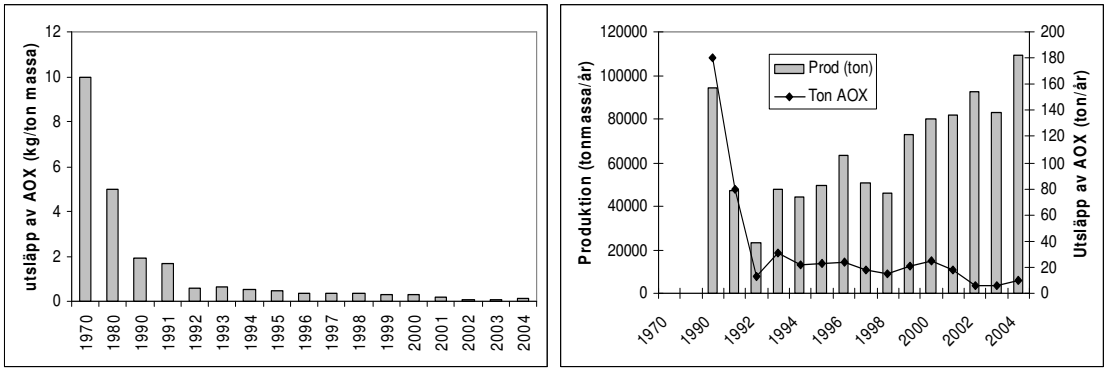
Figur 64. Tidstrender för halter av PCB (till vänster) och DDT/DDE (till höger) i röding från Vättern. Materialet är något heterogent varför strikta vetenskapliga slutsatser bör undvikas.

Belastningsmålen

För stabila organiska ämnen angavs två långsiktiga och ett kortsiktigt belastningsmål. Det förekommer endast begränsat med data vad gäller belastningar av stabila organiska ämnen till Vättern, däremot så finns vissa utsläppssiffror från t ex Aspa Bruk. Tidigare (före 1990) var Aspa Bruk en stor källa för tillförseln av klorerade kolväten till Vättern. Utsläppen spred sig och kunde även återfinnas t o m i södra Vätterns sediment[58]. Under 1990-talet har successivt Aspa Bruk arbetat med att minska utsläppen av klorerade kolväten, främst genom att upphöra med blekning av pappersmassan med elementär klorgas. Under 1970-talet var utsläppen ca 10 kg AOX per ton massa (Figur 65). Utsläppen minskade gradvis och sedan 1992 används inte elementär klor som bleksubstans vilket medfört att utsläppen av klorerade kolväten minskat väsentligt. Under slutet av 1990-talet har utsläppen av AOX legat kring 0,3 kg/ton massa vilket motsvara ca 20 ton AOX per år. Dessutom har man ersatt komplexbildaren EDTA med DTPA vilket anses vara en ytterligare förbättring för miljön (se artikel om Aspa Bruk).

Det är dock inte troligt att det långsiktiga belastningsmålet leder till att stabila organiska ämnen inte förekommer i miljön med tanke på att många ämnen är s k långlivade, det sker fortfarande diffus tillförsel samt att nya ämnen produceras och förs till Vättern både avsiktligt och oavsiktligt. En annan synvinkel av belastningsmålet är det andra långsiktiga målet d v s att miljön inte skall ta skada av miljöfarliga ämnen. Det är t ex oklart huruvida de uppmätta dioxinhalterna i röding är tillräckligt höga för att inverka negativt på reproduktion, något som inte kan uteslutas. I övrigt har Vätternvårdsförbundet under lång tid använt sig av vitmärla såsom indikator av störning av miljöfarliga ämnen på biota. Vitmärlans reproduktionsframgång har undersökts ett flertal år i Vättern[34]. Från början noterades en störning i reproduktionen som härleddes till miljöfarliga ämnen. Senare studier har dock antytt att konditionen hos individerna inte varit god p g a näringsbrist. Det är således svårt att uttala sig om separata orsaker då flera faktorer samverkar[34].

Det kortsiktiga belastningsmålet kan dock troligen ha infriats då tillgängliga data visar på att den antropogena belastningen har minskat.



Figur 65. Utsläpp av AOX per ton blekt massa från Aspa Bruk (till vänster) samt total produktion och total utsläpp av AOX (till höger).

Är målen uppnådda?

Det **långsiktiga målet** avseende att fisk skall kunna ätas utan restriktioner är inte uppnått även om trenden visar på att halterna troligen minskar i Vättern. Vad gäller PCB och DDT minskar dessa i samma takt genom undersökningsperioden. Takten stämmer överens med övriga observationer för avklingandet av dessa ämnen. Därmed är det kortsiktiga kvalitetsmålet uppnått.

Belastningsmålen är betydligt svårare att utvärdera då dessa till allt större del utgörs av diffus tillförsel. Utifrån det av Aspa bruk redovisade materialet får belastningsmålen dock anses vara uppfyllda med avseende utsläppen.

Tabell 34. Avstämning av de i Vättern 90 och 96 ingående målen för stabila organiska ämnen.

Mål för Stabila Organiska ämnen	Måluppfyllelse	Trend	Nås generationsmålet?	Kommentar
Kvalitetsmål *Långsiktiga*				
1. Halterna av stabila organiska ämnen i fisk skall vara så låga att all fisk skall kunna konsumeras utan restriktioner.	☹	😐	☹	Avseende dioxiner osäkert trendunderlag.
Kvalitetsmål *Kortsiktiga*				
1. Halterna av miljögifter i fisk får ej öka mätt som mg/kg fettvikt.	☺	☺	-	PCB och DDT i röding såsom matris.
Belastningsmål *Långsiktiga*				
1. Belastningen av stabila organiska ämnen av antropogent ursprung måste på sikt upphöra. Baserat på det nationella miljömålet att stabila organiska och miljöskadliga ämnen på sikt inte skall få förekomma i miljön.	☺	☺	☺	Utsläpp av AOX från Aspa Bruk såsom underlag. Övriga ämnen saknar underlag.
2. Förekomsten av stabila organiska ämnen i Vätterns sediment och organismer måste minska väsentligt. Baserat på det nationella miljömålet att utsläppen av stabila organiska ämnen skall begränsas så att de till sekelskiftet nått en sådan nivå att miljön inte tar skada.	😐	☺	😐	Förekommer inget underlag som kan belägga påverkan. Vitmärla har antytt vissa

				störningar i reproduktion med oklar orsak.
Belastningsmål *Kortsiktiga*				
1. Belastning av stabila organiska ämnen av antropogent ursprung skall minska.	☺	😐	-	Gäller industriutsläpp. Data från Aspa Bruk.
Summering	3 ☺ 1 😐 1 ☹	3 ☺ 2 😐 0 ☹	1 ☺ 1 😐 1 ☹	

- 😐 Målet bedöms vara måttligt uppfyllt i sin helhet.

Synopsis miljömål för stabila organiska ämnen

Utvärderingen av tidstrender av PCB och DDT/DDE visar på en positiv utveckling. Halterna minskar i fisk kontinuerligt vilket avspeglar att de förbud för användningen av nämnda ämnen har haft effekt. Emellertid visar utvärderingen av just miljögifter att det fortfarande är just PCB och DDT/DDE tillsammans med dioxiner som utgör ett bekymmer ur konsumtionsperspektiv. Fortsatta ansträngningar bör göras för att analysera dessa ämnen i Vätternfisk med fortsatt frekvens d v s vart 6:e år.

Ett av de mest bekymmersamma ämnena är dioxiner i Vätternfisk. Den totala halten av samtliga dioxinlika föreningar överstiger gränsvärdet enligt EU-direktivet[54] med mer än 400 %. Det råder en tolkningsfråga hur direktivet skall användas d v s om de s k dioxinlika PCB skall ingå eller ej. Om man räknar bort dessa föreningar understigs medelvärdet för hela Vättern nätt och jämt. Tydlighet i direktivet samt möjlighet för uppföljning är viktig. Ett överstigande av gränsvärdet medför nämligen exportförbud av fisken vilket påverkar yrkesfisket i Vättern.

Vi kan dessutom konstatera att stora skillnader föreligger mellan olika ”feta fiskar” och lokaler i sjön[52]. Högst är halterna i söder vilket kan indikera att belastningen är större i söder än i norr, något som troligen avspeglar tätorterna Jönköping och Huskvarna.

Framtidens miljöövervakning av miljögifter kommer att påverkas av flera faktorer. Nya ämnen dyker upp som potentiella miljögifter[59]. Vidare kommer ramdirektivet för vatten kräva att en rad ämnen beskrivs i bl a fisk[26]. En första studie av detta har gjorts i Vättern[52] där 23 av de 38 ämnen som pekas ut i ramdirektivet för vatten ej kunde detekteras i Vätternfisk.

De i den tidigare vattenvårdsplanen uppsatta mål visade sig till viss del vara uppföljningsbara. Särskilt har utvärderingen av halter i fisk visat sig vara möjlig att utvärdera, detta har genomförts tillsammans med Livsmedelsverket och Naturvårdsverket vilket troligen är behövligt även i framtiden då kostnaderna för miljögiftsanalyser är höga. När det gäller tillförsel av miljögifter är det svårt att få mått på den diffusa tillförseln, en tillförsel som troligen kommer att gradvis bli alltmer relativt betydelsefull i takt med den minskade direkttillförseln. Vad gäller direkttillförseln så rekommenderas att industriernas utsläppssiffror användas för målsättning i framtiden om inte analyser med hög frekvens i något tillrinnande vattendrag kan komma till stånd. Likaså bör pesticider kartläggas i några jordbrukspåverkade områden runt Vättern.

Åtgärdsplan för Vättern

Avstämning av "verka-för-satser"

Åtgärdsplanen i Vättern 90 och Vättern 96 gav exempel på åtgärder och kompletterande undersökningar, som Vätternvårdsförbundet ansåg krävas för att angivna miljö- och kvalitetsmål skulle kunna nås.

I samband med avstämningen i vattenvårdsplan 1996 revideras antalet problemområden till tre områden nämligen *kväve, metaller* samt *påverkan från urbana miljöer (PUM-gruppen).* I Vättern 90 fanns även *Militär verksamhet* och *farligt gods* såsom egna problemområden. I en del fall infriades inte "verka för satserna" under perioden 90-95. Dessa satser överfördes till den reviderade vattenvårdsplanen Vättern 96 och sorterats in under de tre kvarvarande åtgärdsområdena. I föreliggande avstämning redovisas samtliga mål från både Vättern 90 och Vättern 96, såväl infriade och avslutade mål såsom nya.

Det har visat sig vara svårt att få tag på underlag för utvärdering av verka-för-satserna. Detta beror delvis på att satserna utgör en viljeinriktning snarare än avstämningsbara mål med uppföljningsbara parametrar. Utvärderingen redovisar det material som funnits tillgängligt för Vätternvårdsförbundet, vilket inte säger sig utgöra det fulltäckande utfallet.

Liksom för de övergripande miljömålen, de långsiktiga kvalitets-och belastningsmålen har verka-för satserna utvärderats med hjälp av ”ansikten”. Utvärderingen har dock begränsats till att gälla om målet uppnåtts (ofta om aktiviteter har genomförts) samt till om trendunderlag visar på önskad riktning. Verka-för satserna har dock inte stämts av för generationsmål.

Avstämning av åtgärdsområde Kväve – ”verka-för-satserna”

Betydande åtgärder bör komma till stånd för att minska kvävebelastningen på Vättern. Dessutom måste medel för kvalificerad forskning ställas till förfogande så att kunskapsbasen förbättras för att kunna ligga till grund för framtida bedömningar av behov av åtgärder.

Vätternvårdsförbundet har påbörjat dessa arbetsuppgifter och en hel del av uppsatta mål har också infriats under perioden. Trots detta återstår en rad åtgärder inte minst inom jordbruksområdena i Vätterns tillrinningsområde där konkreta åtgärder endast genomförts i begränsad omfattning.

Vätternvårdsförbundet skall verka för:

- Att avloppsverken i Jönköping och Huskvarna förses med kvävereduktion.
  - UTFALL: Kvävereduktion infördes 1998 på båda verken. Resultatet har varit en 25-35 % minskning av kväveutsläppen per reningsverk.
- Att enskilda avloppsanläggningar förses med längre gående rening än enbart slamavskiljning inom hela Vätterns tillrinningsområde.
  - UTFALL: En sammanställning av enskilda avlopp inom Vätterns tillrinningsområde visar på att det finns ca 8 000 enskilda avlopp runt Vättern varav ca 3 000 (=ca 40 %) bedöms ha undermålig standard.

Tabell 35. Sammanställning över vad som rapporterats in från kommunerna vad gäller enskilda avloppsanläggningar runt Vättern. (TC=torrklosett)

Kommun	Åtgärd	Kommentar	Inventering
Askersund	Inventering av ca 80 enskilda avlopp gjorts kring Bastedalen	Utförd inventering visar på genomgående undermålig behandling – i övrigt saknas kommunalt underlag.	Ingen heltäckande inventering är gjord.
Motala	484 kända anläggningar inom Vätterns tillrinningsområde	50% av anläggningarna >20 år. 25 % = sluten tank, 18% = TC, 23% = 2-kam.br., 57%= 3-kam.br.	Ca 50% är inventerade.
Vadstena	Ca 700 kända permanentanläggningar + 200 fritidsfast.	450 permanentboende bedöms ha godkänd standard, 75 fritidsboende. bedöms ha godkänd standard.	Ca 66% är inventerade.
Ödeshög	Ca 750 enskilda avlopp	Ca 300 bedöms ha godkänd standard . 3-kam.br. krav vid varje nyinstallering.	Kända avlopp inventerade och fortlöpande kontroll sker.
Jönköping	Ca 3.000 enskilda avlopp	Ca 2.000 bedöms ha godkänd standard.	-
Habo	Ca 900 enskilda avlopp	Ca 500 bedöms ha godkänd standard.	-
Hjo	Ca 1.000 enskilda avlopp	Ca 500 bedöms ha godkänd standard.	Ingen heltäckande inventering är gjord.
Karlsborg	Ca 1.000 enskilda avlopp	1/3 har fältinveterats, av dessa var 1/3 bristfälliga.	Ingen heltäckande inventering är gjord.
Summering	**Minst 7.300 enskilda avlopp, troligen totalt ca 8.000.**	**Ca 3.000 enskilda avlopp bedöms ha en icke godkänd standard.**	**-**

Det är få kommuner som har gjort konkreta fältinventeringar av enskilda avlopp. Större hänsyn tas till nyinstalleringar. Ingen kommun har uppgett att man vidtagit någon insats för att påverka de icke godkända anläggningarna. Resultaten antyder att det är ett eftersatt område.

- Att stallgödselhanteringen förbättras bl a genom ökad lagringskapacitet.

  - UTFALL: Regelverket har under denna period ändrats så att ett lagkrav gäller för att kunna omhänderta gödselvolym.

- Att kvävegödslingen skördeanpassas.

  - UTFALL: Se nedanstående punkt.

- Att ytterligare åtgärder som kan minska kväveläckaget från jordbruksmark utreds.

  - UTFALL: Inom de flesta LRF-regioner runt Vättern svarar man att arbeten pågår, bl a Greppa Näringen, deltagande i framtagande av regionala miljömål. Även kampanjer såsom ”säkert växtskydd” åberopas. Andelen ekologisk odling ökar genomgående inom avrinningsområdet, främst i Östergötland.

Tabell 36. Åtgärder för minskad kväveläckage i form av antal och area av anlagda våtmarker inom Vätterns avrinningsområde.

Län	Anlagda våtmarker inom Vätterns avrinningsområde	Fånggröda	Skyddszon
Västra Götaland	2 st färdigställda 174 ha + 1,7 ha =176 ha. Ytterligare 2 st på gång	2066 ha	6,4 ha
Örebro	1 st á 0,53 ha	Har ej stödformen	Ca 20 ha
Östergötland	1 st á 1 ha	Har ej stödformen	-
Jönköping	-	Har ej stödformen	6,5 ha
Summa	**177,5 ha**	**2066 ha**	**33 ha**

- Att åtgärdsprogram utarbetas för de mest jordbrukspåverkade delavrinningsområden.

  - UTFALL: Fördjupad studie gjord i Disevidån[60] (Tåkern) som pekades ut i källfördelningsstudien till Vättern[45]. Insatser för såväl information som förslag till ändrade brukningsformer försöktes komma till stånd. Projektet har dock inte följts upp i en sådan form att det kan stämmas av på ett enkelt vis. Likaså har förstudier till Landsjöns avrinningsområde påbörjats år 2003 av Jönköpings kommun och Fiskevårdsområdet.

- Att de lokala kväveutsläppen till luft minskas.

  - UTFALL: Vad gäller ammoniakavgång från jordbruket så har insatser gjorts för att minska dessa i form av styrda spridningstillfällen, rådgivning för brukningsformen samt täckta gödselbrunnar. Något underlag för detta har emellertid inte kunnat sammanställas. Andra lokala utsläpp av kväve innefattar t ex industrins utsläpp, för vilka data i emissionsdeklarationerna bör finnas. Detta har dock inte funnits tillgängligt vid avstämningen.

Slutsatser för åtgärdsområde för Kväve

Sammanfattningsvis kan det konstateras att av de sju uppsatta satserna har aktivitet ägt rum på samtliga sju punkter (=100 %), dock med tveksamt utvärderingsunderlag för tre stycken (ca 43 %) (Tabell 37). Det uppenbara bristområdet som är svårt att följa upp är utvecklingen av enskilda avlopp samt kväveläckage från jordbruksmark.

Tabell 37. Utfall av verka-för satserna inom kväveområdet.

Slutsatser för verka-för satser : Kväve	Aktivitet	Resultat	Kommentar
1. Kvävereduktion i Jönköpings och Huskvarnas avloppsreningsverk.	☺	☺	Infördes 1998, kvävereduktion 25-35 %.
2. Enskilda avloppsanläggningar.	☺	😐	40 % av 8 000 anläggningar bedöms ha undermålig standard. (Tabell 35)
3. Stallgödselhantering bl a lagringskapacitet.	☺	☺	Lagkrav på lagringsvolymer.
4. Skördeanpassad kvävegödsling.	☺	☹	Arbeten pågår inom LRF-regioner. Osäkert underlag.

5. Minskat kväveläckage från jordbruksmark.	😐	☹	Fåtal åtgärder redovisade. Kväve ökar i Vättern. (Tabell 36).
6. Åtgärdsprogram för de mest jordbrukspåverkade områdena.	😐	☹	Vissa pilotområden har ägt rum, t ex Disevidån, Lyckåsån. Men ej i tillräcklig skala.
7. Lokala kväveutsläpp till luft minskas.	☺	😐	Åtgärder för minskad ammoniakavgång vid gödselspridning. I övrigt osäkert underlag.
Summering	5 ☺ 2 😐 0 ☹	2 ☺ 2 😐 3 ☹	

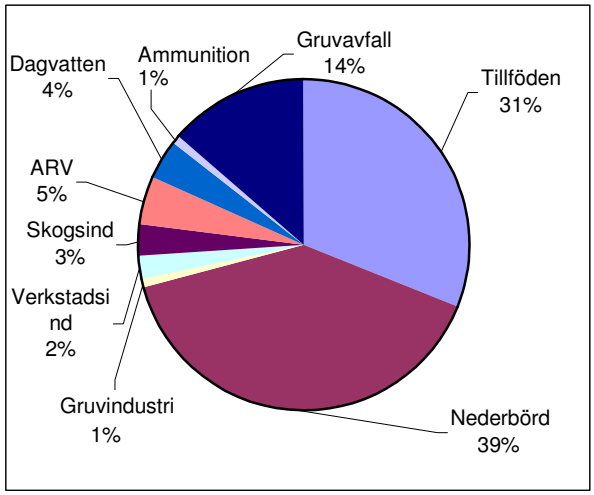
- 😐 Verksamheter har bedrivits på samtliga punkter. Resultatet har dock inte varit tillräckligt.

Avstämning av åtgärdsområde Metaller – ”verka-för-satserna”

Vätternvårdsförbundet skall verka för:

- Att kontrollen av Vätterns tillflöden, utflöde, deposition och av vattnet i sjön skall omfatta också förekomsten av metaller.

  - UTFALL: Vid programskrivningen för perioden 2001-2006 reviderades det tidigare programmet skrivet 1992 så att metallanalyser uppfyller de lokaler och frekvenser som krävs enligt ramdirektivet[26]. Totalt mäts metaller i sju tillflöden samt i utflödet tolv gånger per år. I utsjön mäts metaller i yta respektive botten fyra gånger per år. Metalldepositionen mäts månatligen på Visingsö. Metallers källfördelning till Vättern har redovisats i Vätternvårdsförbundets rapportserie[53]. Den största enskilda källan för metalltillförsel till Vättern är idag nederbörden. Om ett medelvärde av källfördelningen av en mängd tungmetaller låter sig göras (Figur 66) framgår att nederbörden direkt på sjöytan står för nästan 40 % av totaltillförseln, följt av transporter i tillflödena (ca 30 %). Gamla lämningar av gruvavfall motsvaras av ca 14 %.



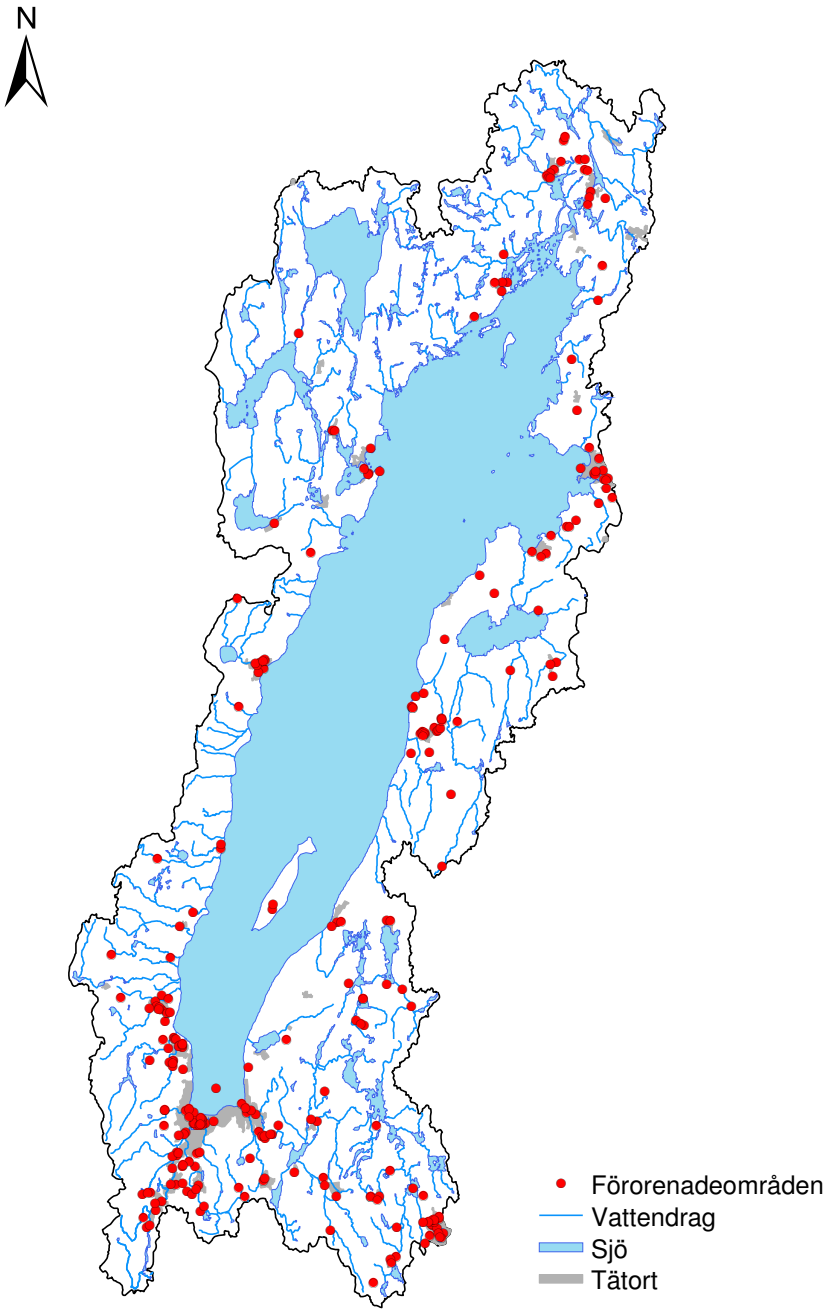
Figur 66. Källfördelning av medelvärdet av en rad olika tungmetallers källfördelningar till Vättern. Data från [53].

- Att åtgärdsprogram utarbetas för de mest metallpåverkade delavrinningsområden.

  - UTFALL: I norra Vättern har fördjupade studier gjorts vid den s k golfbanan i Åmmeberg för Zinkgruvans regi[61]. Ytterligare kartläggningar i norra Vättern pågår, främst för att beskriva gruvindustrins metallbidrag[62] vid bl a den s k Rosthyttan. I södra Vättern har metallstudier utförts i Lillån (Bankeryd) samt för Munksjön[66]. Dessa beskrivningar har dock inte lett till konkreta åtgärder.

- Att förekomsten av metaller i utgående vatten från förekommande deponier karteras och karaktäriseras, samt vid behov åtgärdas.

- UTFALL: Åtgärder i deponier sker enligt länsstyrelsernas uppgjorda prioriteringar enligt s k MIFO-klassificeringar. Totalt finns 262 förorenade områden (Figur 67) inom Vätterns avrinningsområde (
- Tabell **38**) varav 10 st är i klass 1. Flest områden finns inom Jönköpings län (62 %). Endast ett fåtal förorenade områden har blivit åtgärdade (<3 %). Detta är dock ett arbete som för närvarande pågår på respektive länsstyrelse. Tyvärr har det inte funnits möjlighet att utläsa i underlaget på vilka områden det finns aktivitet idag.



Figur 67. Geografisk lokalisering av förorenade områden inom Vätterns avrinningsområde.

Tabell 38. Länsstyrelsernas register över förorenade områden inom Vätterns avrinningsområde. MIFO-modellen bygger på grundliga kart- och arkivstudier och översiktliga undersökningar med provtagning i olika medier på strategiskt utvalda punkter och analyser. MIFO-modellen är indelad i två faser, där fas 1 omfattar en orienterande studie och riskklassning, och fas 2 en översiktlig undersökning och en ny riskklassning.

Län	Förorenade områden	Mifo Risklass *1*	*2*	*3*	*4*	Åtgärdat	Uppgift saknas	Övrigt
Östergötland	54	3	20	20	8	1	3	Oklara uppgifter på 11 st objekt
Jönköping	163	6	12	21	27	5	92	
Västra Götaland	21	3	7	10	1	-	0	
Örebro	24	1	4	12	7	-	0	
Summa	**262**	**13**	**43**	**63**	**43**	**6**	**95**	

- Att ägare- och ansvarsförhållanden beträffande sådana deponier utreds och kommunvisa åtgärdsplaner för deponierna upprättas.

  - UTFALL: Åtgärder i deponier sker enligt nationell prioritering på länsstyrelserna med inriktning på förorenade områden enligt MIFO.

- Att en karaktärisering av ytsedimentens innehåll av metaller (och andra miljöfarliga ämnen) genomförs i Vättern.

  - UTFALL: Genomfördes delvis år 2002 i samband med den utförda paleolimnologiska studien[22]. Resultaten tyder på att metallhalterna i ytsediment huvudsakligen är i klass 2 (se tidigare kapitel om miljökvalitetsmålen). År 2004 genomfördes en kemisk karakterisering av sedimentet på tre lokaler i Vättern. Halterna är högre i södra Vättern än i norra delen (Figur 57).

- Att metallinnehåll i sedimenterande material och läckage av metaller från sedimenten undersöks.

  - UTFALL: Specialstudier är utfört 1994 i Kärrafjärden Åmmeberg i norra Vättern[63]. Mellan två mätstationer tillförs en stor mängd metaller. Det har emellertid konstaterats att det inte är läckage från sediment. Ytterligare specialstudier har genomförts i Munksjön i södra Vättern[66].

- Att läckage av metaller från utskjuten ammunition undersöks under betingelser som är relevanta i Vättern.

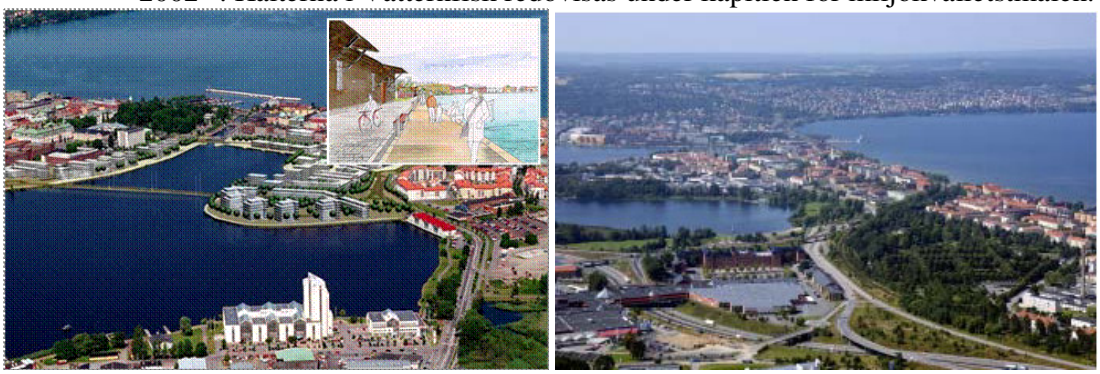
  - UTFALL: Metalläckage från ammunition under de förhållande som råder i Vättern har redovisats[64, 65]. Det är ytterst små mängder som möjligen kan läcka från ammunition under de förhållande som råder på Vätterns botten.

- Att en kartering av kvicksilvertillförseln till Vättern utförs.

  - UTFALL: Har inte utförts för hela Vättern. Däremot har vissa s k ”hot-spots” t ex Munksjön specialstuderats år 2000[66].

- Att förekomsten av kvicksilver i Vätterns fiskar regelbundet kontrolleras.

  ➢ UTFALL: Kvicksilver i fisk ingår i de undersökningar som genomförs rörande konsumtion av Vätternfisk i Livsmedelsverkets regi var sjätte år. Senaste året var 2002[52]. Halterna i Vätternfisk redovisas under kapitlen för miljökvalietstmålen.



Figur 68. Till Vänster: Skiss på utfyllnaden i Munksjön Jönköpings kommun. Utfyllnaden innebär brobygge samt södra ”halvön”. Till höger: Flygbild över södra Vättern med Jönköping stad och sjöarna Rocksjön och Munksjön (från www.jonkoping.se).

- Att all omblandning/uppgrumling av kvicksilverförorenade sediment undviks och att utfyllnader, byggande m.m. i Munksjön och andra metallkontaminerade områden upphör tills tillförlitlig metodik för restaurering kan redovisas.

  ➢ UTFALL: Munksjön har specialstuderats i ramen för Stadsvisionen i Jönköping. Det är ett flerårigt projekt som syftar att utveckla stadskärnan i Jönköping. Det har innefattat projekt med utfyllnad av ett 4 ha grundområde i nordöstra Munksjön samt byggande av en bro över Munksjön. Projektet har erhållit erforderliga tillstånd i sin miljöprövning då det innefattar stora risker för uppgrumling av förorenade sediment. Projektet överklagades i Miljödomstolen. Ett noggrant kontrollprogram och säkerhetsföreskrifter har utarbetats för projektet, något som efter utfyllnandens färdigställande visat sig vara tillräckligt för miljökontrollen. Projektet har villkorats att inte försvåra en framtida sanering. Däremot har det på flera håll i Sverige genomförts saneringar eller andra åtgärder med metoder som skulle kunna användbara även i Munksjöns fall. Det kan i föreliggande avstämning nu konstateras att det är fullt möjligt rent tekniskt att sanera Munksjön.

Slutsatser för åtgärdsområde för Metaller

Sammanfattningsvis kan det konstateras att av de tio uppsatta satserna har aktivitet ägt rum på samtliga tio punkter (=100 %). Tre satser (33 %) bedöms ha måttligt resultat, alla övriga med godkänt utfall. En viktigt arbetsområde framåt blir att fastställa åtgärdsprogram och mål för s k ”hot-spots”. Två områden som är av särsklid vikt att ”inaktivera” är Munksjön i södra delen samt Rosthyttan i norra delen av Vättern.

Tabell 39. Utfall av verka-för satserna för metaller.

Slutsatser för verka-för satser : Metaller	Aktivitet	Resultat	Kommentar
1. Metallanalyser ska ingå i övervaknings-programmet.	☺	☺	Infört med krav enligt ramdirektivet för vatten fr.o.m. 2001.

2. Åtgärdsprogram för de mest metallbelastade delavrinningsområden.	☺	😐	Vissa områden t ex Golfbanan och Rosthyttan i norra delen.
3. Metaller från deponier bestäms.	☺	☺	Följer länsstyrelsernas efterbehandlingsarbete
4. Ansvarsförhållande för deponier utreds.	☺	☺	Följer länsstyrelsernas efterbehandlingsarbete
5. Karakterisering av Vätterns ytsediment.	☺	☺	Delvis redovisat i [22], men även utfört 2004.
6. Metalläckage från sediment.	☺	☺	Fördjupade studier i delar av Vättern t ex Kärrafjärden och Munksjön har utförts.
7. Metalläckage från ammunition.	☺	☺	Redovisat i [64] och [65]
8. Kartering av kvicksilvertillförsel till Vättern.	☺	😐	Vissa ”hot-spots” har utförts.
9. Övervakning av kvicksilver i fisk.	☺	☺	Görs vart 6:e år.
10. Uppgrumling av Munksjöns sediment undviks.	☺	😐	Särskilda försiktighetsåtgärder har krävts vid byggnation i Munksjön
Summering	**10** ☺ **0** 😐 **0** ☹	**7** ☺ **3** 😐 **0** ☹	

- ☺ Verka-för satserna har till stor del berörts i enlighet med uppsatta förslag till åtgärder.

Avstämning av åtgärdsområde Påverkan från Urban Miljö (PUM)

Vätternvårdsförbundet skall verka för:

- Att en konsekvensklassificering genomförs av vägnätet kring Vättern.

  - UTFALL: Tillsammans med Vägverket Region Sydöst[67], Väst[68] och Mälardalen[69] har Vätternvårdsförbundet genomfört konsekvensklassificering av 149 st bäck/vägpassager runt Vättern. Samtliga moment blev färdiga under 2003. Materialet har uppdaterats under 2004 och lämpar sig väl för presentation på internetbaserat ”titt-skåp”.

- Att läckage av klororganiska föreningar och metaller från förekommande avfallsupplag inom Vätterns tillrinningsområde karteras och karaktäriseras.

  - UTFALL: Genomförs inom länsstyrelsernas arbeten med förorenade områden. Som exempel kan nämnas saneringen av Kniphammaren 2001 i Jönköping. Upplag/deponier där verksamhet pågår kontrolleras enligt miljöbalken.

- Att ägarfrågor och ansvarsförhållanden beträffande sådana upplag utreds.

  - UTFALL: Genomförs inom länsstyrelsernas arbeten med förorenade områden.

- Att kommunvisa åtgärdsplaner för dessa avfallsupplag upprättas.

  - UTFALL: Genomförs inom länsstyrelsernas arbeten med förorenade områden.

- Länsstyrelserna runt Vättern prioriterar efterbehandlingsobjekt där risk för läckage till Vättern förekommer.

  - UTFALL: Inget län har uttalat använt det faktum att Vättern påverkats av miljöfarliga ämnen i sina prioriteringar av efterbehandlingsprojekt.

- Att dagvattnets roll som bärare av miljöstörande ämnen begränsas och i ökad utsträckning uppmärksammas vid planerings- och projekteringsarbeten.

  - UTFALL: Dagvatten har varit en central komponent i de kommunala ansökningarna av s k LIP-medel (Lokala Investeringsprogrammet). LIP-medel erhölls av fyra Vätternkommuner: Hjo, Motala Jönköping samt Habo (se särskild artikel längre fram). Ett arbete med lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) pågår alltjämt runt Vättern.

- Att lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) (genom infiltration) tillämpas där så är möjligt.

  - UTFALL: Flera projekt med lokalt omhändertagande av dagvatten har genomförts bl a inom LIP-projekten (se särskild artikel längre fram). Vissa tester av rening av dagvatten i dagvattenbrunnar har genomförts i Jönköpings kommun. (se kapitel längre fram).

- Att kontrollen av dricksvatten/råvattenkvalité samordnas med övrig vattenkvalitétsövervakning.

    - UTFALL: Respektive vattenverk har fortlöpande genomfört råvattenkontroll i egen regi, dock utan nämnvärd samordning med övrig vattenkvalietsövervakning. Vattenverken genomför en rad olika undersökningar av vattenkvalitet vilka skulle kunna samordnas i tid och innehåll med både varandra och övervakningsprogrammet för Vättern.

Slutsatser för åtgärdsområde för PUM

Sammanfattningsvis kan det konstateras att av de åtta uppsatta satserna har aktivitet ägt rum på sex punkter (=75 %). Två satser (25 %) kan ej bedömas vara berörda på något vis.

Tabell 40. Resultat av verka -för satserna inom arbetsområdet för påverkan från urban miljö (PUM).

Slutsatser för verka-för satser : Påverkan Urban Miljö	Aktivitet	Resultat	Kommentar
1. Komplett konsekvensklassificering runt Vättern.	☺	☺	Samtliga vattenförande bäckar bedömda runt Vättern.
2. Läckage från deponier karteras.	☺	☺	Genomförs inom länsstyrelsernas efterbehandlingsarbete.
3. Ägarförhållande utreds för deponier.	☺	☺	Genomförs inom länsstyrelsernas efterbehandlingsarbete.
4. Kommunvisa åtgärdsplaner för deponier.	☺	☺	Genomförs inom länsstyrelsernas efterbehandlingsarbete.
5. Prioritera deponier som läcker till Vättern.	☹	😐	Inget län har prioriterat just Vättern.
6. Hänsyn till dagvattnets innehåll av ämnen i den lokala planeringen.	☺	☺	Viktigt i kommunala s k LIP-projekt.
7. Lokalt omhändertagande av dagvatten.	☺	☺	Viktigt i kommunala s k LIP-projekt.
8. Samordna råvattenkontroll med övrig miljöövervakning.	☹	😐	Behov finnes.
Summering	6 ☺ 0 😐 2 ☹	6 ☺ 2 😐 0 ☹	

- ☺ Verka-för satserna har till stor del berörts i enlighet med uppsatta förslag till åtgärder.

Sektorsvisa redovisningar

Fiske

Fisk, fiske och kräftor i Vättern

Per Nyberg, Fiskeriverket
Chef för Sötvattenlaboratoriet i Örebro med ansvar för fiskeförvaltning i de stora sjöarna.

Vättern

Vättern är landets näst största sjö och unik i flera avseenden. Den har ett maxdjup på 128 m, ett medeldjup på 40 m och en teoretisk omsättningstid på nästan 60 år. Det ringa tillrinningsområdet, som till stor del utgörs av näringsfattig skogsmark, i relation till den stora sjövolymen medför att sjön har ett mycket klart (siktdjup 10-14 m) och näringsfattigt vatten. Sjön hotades av övergödning under 1960-talet, men efter att reningsåtgärder satts in i bl a kommunala reningsverk under främst 1970-talet har sjöns fosforhalt mer än halverats. Sjön är alltså mycket lågproduktiv även ur fisksynpunkt. Det kommersiella fiskets avkastning var i medeltal för åren 1996-2000 endast 0,5 kg/ha, att jämföra med Hjälmarens 4 kg/ha. Sjöns för regionen unika egenskaper med klart, kallt och näringsfattigt vatten gör att även sjöns fiskfauna är unik. I "Storvättern" dominerar kallvattensarter som samtliga är laxfiskar. Endast i de grundare och varmare skärgårdsområdena dominerar mer alldagliga varmvattensarter, såsom gädda, abborre och karpfiskarter. Vättern hyser landets mest skyddsvärda rödingbestånd. Därutöver förekommer bl a sik, siklöja och öring i självreproducerande bestånd. Lax sätts ut regelbundet som kompensation för den storvuxna öringstam som slogs ut helt då kraftverket byggdes i Motala ström.

Från fisket finns en unik statistik som sträcker sig tillbaka till 1914. Statistiken har under årens lopp omfattat olika typer av s k yrkesfiskare men är fr o m 1994 begränsad till bara de licensierade yrkesfiskarna. I och med att yrkesfiskelicens krävs för ett mer omfattande fiske på allmänt vatten, vilket är av stor omfattning i Vättern, innebär detta att alla yrkesfiskare lämnar månatlig journal över typ av redskap, redskapsinsats, fångst och fångstområde.

Röding

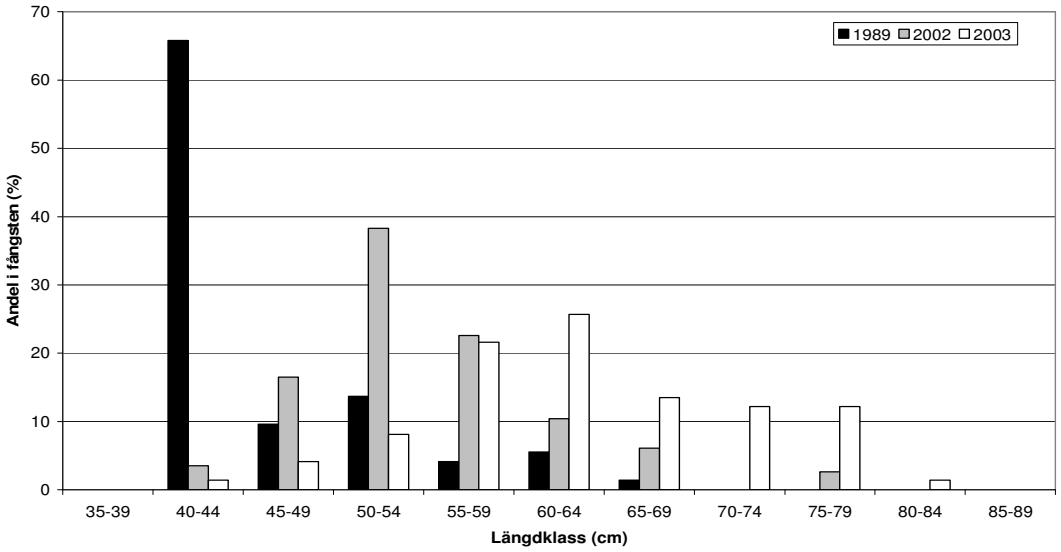
Från ca 1920 till mitten på l950-talet pendlade årsfångsten runt 60 ton per år. Därefter har fångsterna successivt minskat, även om de varit omkring eller över 40 ton/år under kortare perioder. Under de senaste åren har fångsten i det yrkesmässiga fisket stabiliserats på en låg nivå. Under åren 1996-2000 var fångsten i medeltal 17 ton. Nästan hela denna fångst (94 %) togs vid nätfiske. Under 2001-2002 var årsfångsten i medeltal 12,5 ton. Statistik över fritidsfiskets fångst av röding saknas sedan 1993. För att få en uppfattning om fritidsfiskets fångst genomfördes därför en enkätundersökning under år 2000. Av de tillfrågade uppgav ca 500 personer att de fångat tillsammans knappa 9 ton röding. Samma år genomfördes också en fältkartering av land- och trollingfisket. En kombination av dessa undersökningar visar att fritidsfisket kan ha fångat något under 10 ton röding, d v s ca 36 % av årsfångsten. Enligt enkäten togs ca 55 % av rödingfångsten vid trollingfiske, 22 % vid utterfiske och 13 % i nät.

Rödingen i Vättern är en fiskätare med en sen könsmognad, men har potential för att växa sig mycket stor. Minimimåttet på röding har höjts successivt från 36 cm via 38 cm (1975) till nu gällande 45 cm, och fr o m 1 juli 2007 50 cm. Vid 40 cm är endast ca 3 % av rödinghonorna könsmogna. En könsmogen hona på 40 cm har ca 350 romkorn, medan en hona på 50 cm har

ca 1 200 romkorn. Utöver att den större honan har så många fler ägg, är dessa även större och ger därför upphov till större och livskraftigare larver efter kläckning.

Figur 69. Lekmogen röding.

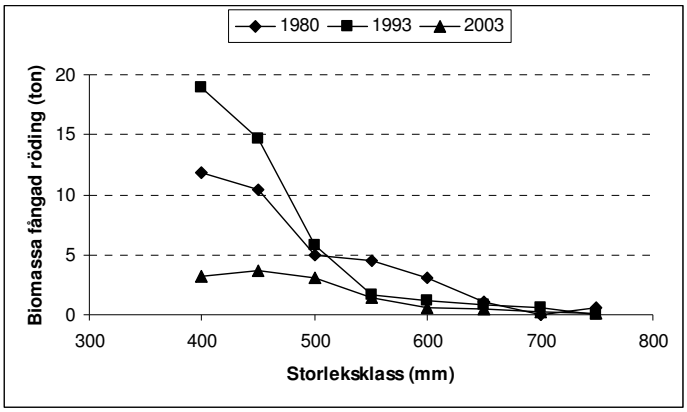
Tillgängliga data talar för att föryngringen är svag i rödingbeståndet för närvarande. Fiskeriverket saknar tyvärr ett direkt mått på föryngringen i beståndet. Av Figur 70 framgår rödingfångstens storleksfördelning hos tre yrkesfiskare vid fiske med 86-100 mm nät under juli månad 1989, 2002 och 2003. Under 1989 utgjordes över 65 % av fångsten antalsmässigt av rödingar i storleksklass 40-44 cm och en mycket liten andel utgjordes av individer överstigande 64 cm. Under 2002 dominerades fångsten av fisk i storlek 50-54 cm och 2003 utgjordes ca 25 % av fångsten av fiskar som var hela 60-64 cm.



Figur 70. Rödingfångstens längdfördelning vid nätfiske i juli 1989, 2002 och 2003 hos tre yrkesfiskare.

Båda dessa år var fångsten i den minsta storleksklassen 40-45 cm obetydlig. Skillnaderna i storleksfördelning mellan åren beror inte på att fisket eller maskvidden på näten ändrats, utan beror på att unga rödingar uppenbarligen är mycket i sjön. Fiskeriverket låter årligen längdmäta och väga ett större antal rödingar i den kommersiella fångsten under perioden december-februari. Under förutsättning att de längdmätta rödingarna är representativa för fisket i sjön, kan fångsten av röding beräknas i olika längdklasser utifrån längdfördelningen och längd-

vikt-korrelationen i det analyserade provet. Därmed framkommer att 1980 och 1993 fångades ca 12 resp. 19 ton av röding i storlek 40-44 cm, medan årsfångsten 2002 endast var drygt 3 ton i denna storleksklass (Figur 71).



Figur 71. Årsfångsten av röding (ton) 1979, 1992 och 2002, fördelad på olika storleksklasser utifrån längd-vikt relationen hos röding i den kommersiella fångsten i januari-februari året efter.

Även detta pekar entydigt på att tillgången på ung-röding är dålig. (1980 tillämpades minimimåttet 38 cm, varför en del av årsfångsten även utgjordes av rödingar som var mindre än 40 cm). Orsaken till den uppenbarligen dåliga föryngringen i beståndet är inte klarlagd. Det är främst tre faktorer som är tänkbara:

1. Lekbeståndet av röding är nedfiskat vilket medför att för lite rom läggs för att en stark årsklass skall kunna uppstå. Yrkesfisket har minskat sin totala nätansträngning med ca 40 % under åren 2001 och 2002 i jämförelse med medelansträngningen 1996-2000. Om det är företrädesvis siknät eller rödingnäten som minskat mest, framgår dock inte av statistiken. Hur fritidsfisket efter röding utvecklats sedan antalet fångade laxfiskar begränsats till tre fiskar 2002 är okänt.

2. En rad år med hög vattentemperatur långt in på hösten kan ha medfört att rommen utvecklas snabbt och kläcker tidigt på våren samtidigt som bytesdjursbestånden ännu inte utvecklats. Ynglet kan då svälta ihjäl. Det finns ett positivt samband mellan lång istäckt period och starkare årsklasser.

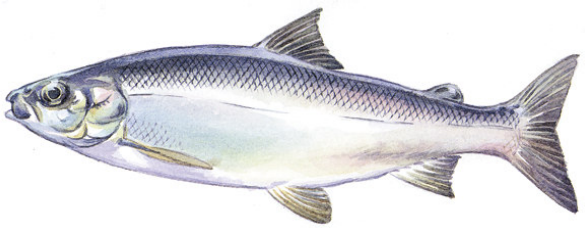
3. Som nämnts inledningsvis är sjön åter lågproduktiv, vilket också kan påverkat näringstillgången för yngel och ungar innan de blivit fiskätande.

Vad som än är orsak till den låga föryngringen och det förhållandevis svaga beståndet, så måste fisket anpassas till nu rådande beståndsstatus och produktionsförhållande. Fiskereglerna har därför setts över och ändrats. Ytterligare åtgärder kommer att föreslås i syfte att förbättra röding- och sikbeståndens status.

Sik

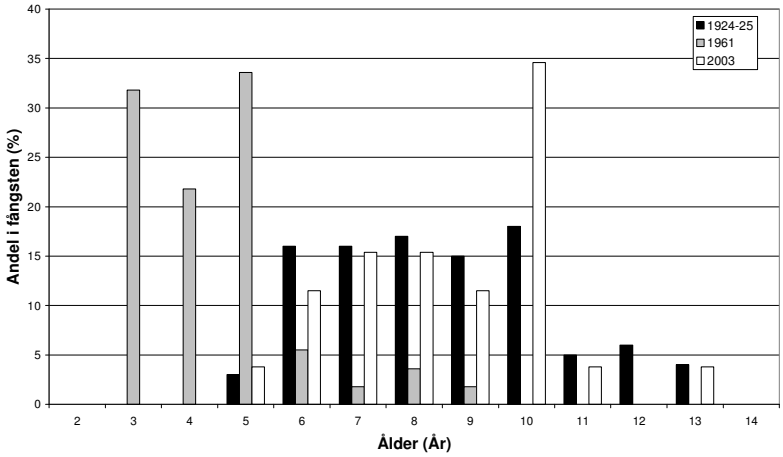
Vätterns sikbestånd gynnades i synnerligen hög grad av den tilltagande näringsrikedomen med början under 1950-talet. I början av 1960- och 1970-talen noterades årsfångster på ca 170 ton i yrkesfisket. Efter att sjön blivit allt näringsfattigare har avkastningen minskat i yrkesfisket. Under åren 2000-2002 har endast fångats 29, 18 respektive 15 ton. Sikfisket ger nu så låga fångster att många fiskare inte längre bryr sig om att fiska riktat efter arten.

Tyvärr förefaller det som om föryngringen är synnerligen svag även i sikbeståndet, som för övrigt utgörs av tre arter. Gunnar Svärdson redovisade 1963 ett större material av längdmätta och åldersbestämda sikprover från perioden 1925-1961 i Svensk Fiskeritidsskrift (Figur 74). Som framgår (Figur 73) utgjordes fångsten under perioden 1924-25 av relativt gamla individer. Sikarna var relativt jämnt fördelade inom åldrarna 6-10 år. På den tiden var inte de använda näten särskilt effektiva och fisketrycket på siken var troligen inte särskilt hårt.



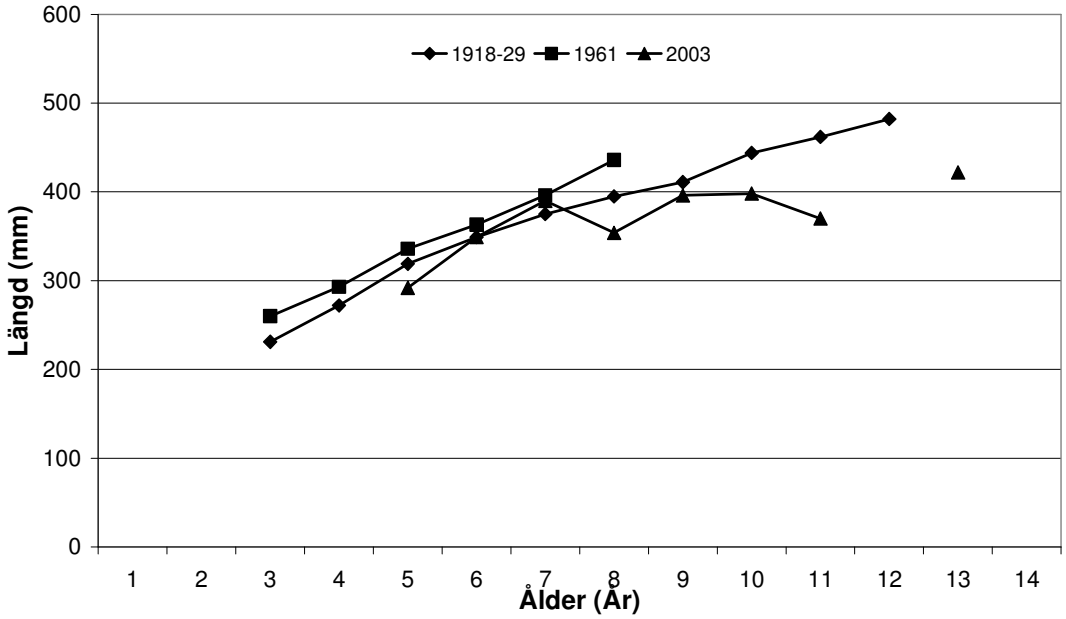
Figur 72. Sik (Teckning Tommy Gustavsson).

År 1961 hade sjön blivit näringsrik, vilket gynnade sikens tillväxt och nu dominerade unga sikar i åldrarna 3-5 år i fångsten. 2003 utgjordes nästan 35 % av en dagsfångst hos en fiskare av individer som var på sin elfte tillväxtsäsong. Den äldsta fångade siken var på sin trettonde tillväxtsäsong och den yngsta individen var på sin sjätte tillväxtsäsong.



Figur 73. Åldersfördelningen i den kommersiella sikfångsten 1924-25, 1961 och 2003.

Siken i Vättern är vid större storlek en utpräglad bottendjursätare och livnär sig huvudsakligen på ett centimeterstort kräftdjur, vitmärla. Innan den näringsrika perioden efter andra världskriget växte sikarna bra upp till ca 50 cm längd vid tolv års ålder. Under den näringsrika perioden förbättrades tillväxten och sikarna nådde 40 cm längd vid sju års ålder. Fisket hade dock blivit så intensivt att inga prover finns från sikar över åtta års ålder. Provet från 2003 består bara av 26 sikar, men det förefaller som om sikens tillväxt nu planar ut vid ca 40 cm och vid en ålder av åtta år. Ingen av sikarna i fångsten var över 40 cm, trots att de var gamla.



Figur 74. Sikens längdtillväxt i Vättern 1924-25, 1961 och 2003.

Det är inte bara beståndet i sjön som är svagt, att döma av yrkesfiskestatistiken, utan både tillväxten och det lekande sikbeståndet är svagt. Siken behöver ett utökat skydd under lekperioden och 2002 i samband med regleringen infördes ett större fredningsområde i hela Motalaviken, som tidigare inte varit fredat. I samband med att detta förslag behandlades, framkom uppgifter att siklek fortfarande förekommer i månadsskiftet november-december.

Lax

I Vättern fanns tidigare en synnerligen storvuxen öring som var utloppslekare i Motala ström. Denna öringstam slogs ut helt när kraftverket byggdes. Som kompensation för regleringsskadan ålades kraftbolaget att årligen sätta ut ca 20 000 smolt. I många av de vattendrag som rinner till Vättern finns värdefulla öringbestånd. För att då inte riskera att odlade och utsatta öringar skulle blanda sig med de vilda öringbestånden har i stället lax satts ut som kompensation för den fiskeskada som kraftverket orsakade. Laxutsättningarna gav så goda resultat att de ökade gradvis, för att slutligen vara uppe i 40 000 smolt per år 1994.

Lax och röding i Vättern har snarlika födoval och för de något större individerna är siklöjan stapelföda. Vid mindre storlek äter rödingen till stor del nors och laxen även spigg. Även om det inte är helt klart visat, kan det inte uteslutas att laxen konkurrerar med rödingen om födan. Så som tillståndet är i rödingbeståndet i dag, leder bara misstanken på att näringskonkurrens föreligger, till att laxutsättningarna har begränsats till 20 000 smolt, vilket var den beräknade produktionen av öringsmolt i Motala Ström innan kraftverksutbyggnaden.

Figur 75. Laxisättningar i Vättern år 2003 hos Zeth Rylander. Hälften av fisken sätts i södra delen och hälften i norra.

Siklöja

Siklöjan har ett litet ekonomiskt värde i Vättern, under senare år har ca 1 ton tagits upp i yrkesfiskestatistiken. Arten fångas i fasta redskap som försetts med en finmaskig strut och säljs lokalt i viss utsträckning. Dessutom använder yrkesfiskarna siklöjan som agn vid fiske med revar efter främst lax och röding. Siklöjans stora betydelse är som livsviktig bytesfisk för lax, röding och i viss mån öring. Större laxar och rödingar äter nästan uteslutande siklöja och det är om den födan näringskonkurrens kan föreligga mellan dessa arter.

Siklöjebestånden har minskat radikalt i Mälaren och i ganska hög grad även i Vänern. Detta har sannolikt till största delen klimatologiska orsaker. Siklöjan är sjöns viktigaste bytesfisk för storvuxna rovfiskar och en minskning av också Vätterns siklöjebestånd kan inte uteslutas.

Figur 76. Siklöja (Teckning Tommy Gustavsson)

Kräfta

I regelverket för fisket i Vättern[70] anges att Fiskeriverket vid behov får föreskriva att kräftfiske på allmänt vatten (i bl a Vättern) får bedrivas endast efter tillstånd och att tillstånd i första hand skall lämnas den som ägnar sig åt yrkesmässigt fiske. Under vintern och våren 2003 drabbades kräftbestånden i många områden av hög dödlighet, sannolikt till följd av kräftpest. Yrkesfisket kunde upprätthålla sin fångst sedan föregående år genom en ökad fiskeinsats och genom att dödlighet inte förekommit över hela utbredningsområdet i sjön. Akut kräftpest är svår att konstatera då signalkräftor alltid bär på parasiten. Även om signalkräftorna är motståndskraftiga mot kräftpest är deras immunförsvar hela tiden är aktiverat och de är hela tiden stressade. Om någon ytterligare stressfaktor tillstöter kan pestsvampen ta överhanden och dödlighet utbryter. Detta har konstaterats såväl i andra svenska sjöar som i signalkräftans hemland Nordamerika.

Signalkräfta som ursprungligen kommer från Nordamerika sattes ut i Alsen (norra Vättern) första gången 1969. Genom en naturlig spridning och med människans hjälp har Vättern idag god tillgång på kräftor och den står för mer än hälften av yrkesfiskarnas inkomster. Det stora intresset startade 1999 då länsstyrelserna runt sjön gav allmänheten tillstånd under sommaren på allmänt vatten fiska kräftor. Ett av villkoren i tillståndet var att efter avslutat fiske, lämna fångstjournal. Journalerna från de 983 som fiskat, sammanställdes av Fiskeriverkets kontor i Örebro. Resultanten visade på goda fångster i sjöns norra del (inom Örebro och Östergötlands län) och de 983 personerna fångade tillsammans ca 9 ton. Att det fångades kräftor på djupare områden, ned till 30-40 meter var kanske något överraskande. Yrkesfiskets fångst under samma år var ca 2 ton. Vetskapen om det goda fisket innebar en större satsning från yrkesfisket och fångsten år 2000 blev ca 7 ton och år 2001 uppgick fångsten till ca 25 ton. Allmänheten behövde inte längre tillstånd, utan kunde fiska med 6 burar på allmänt vatten från och med 4:e onsdagen i augusti till och med den 14 september. Kräftfisket har hittills varit av stor betydelse både för yrkes- och fritidsfisket. Hur beståndet kommer att utvecklas och hur det kommer att påverka Vätterns övriga flora och fauna är i nuläget inte känt.

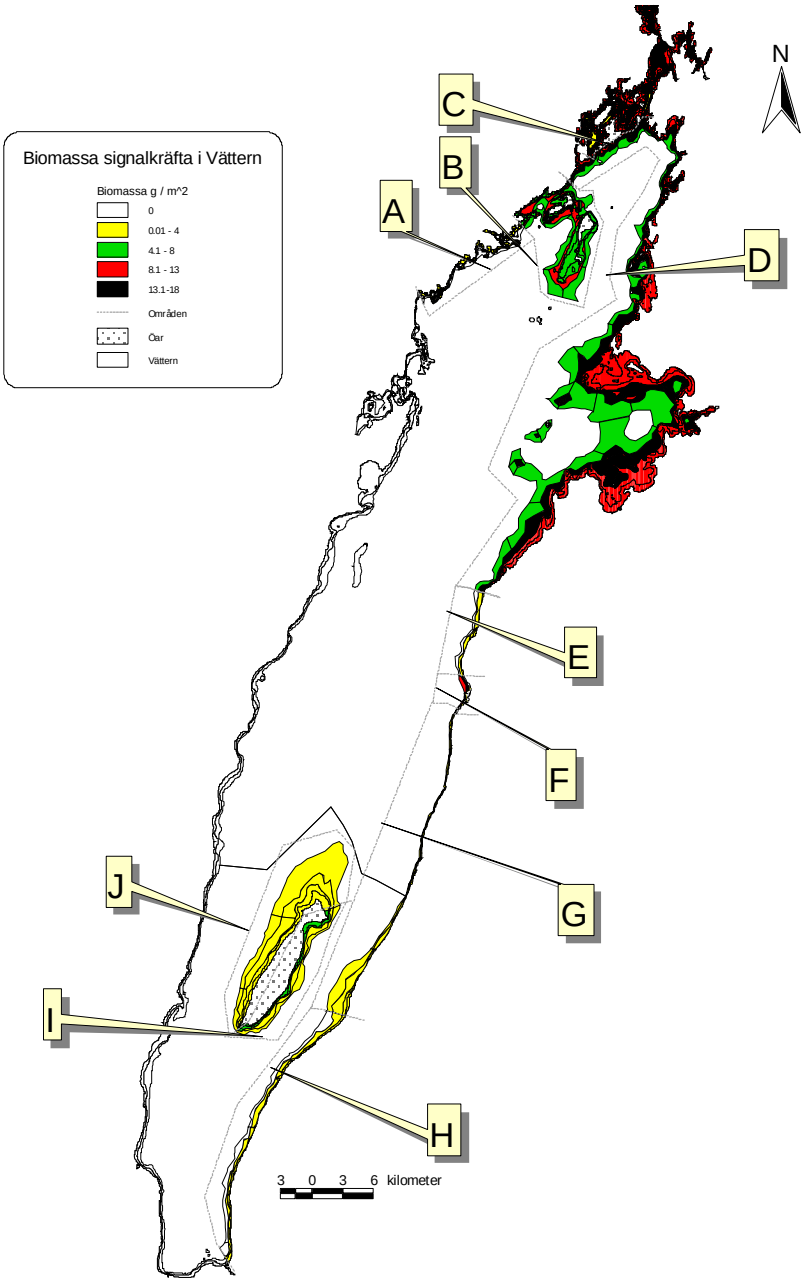
För att få en bättre bild av beståndets storlek, sammansättning och utbredning som kan användas vid resursförvaltning genomfördes ett kräftprovfiske i Vättern 2003 på uppdrag av Länsstyrelserna i Örebro, Jönköping, Västra Götaland och Östergötland har tillsammans med Fiskeriverkets kontor i Örebro.

Provfisket skedde på 31 transekter runt sjön med ca 10 km mellanrum. De största tätheterna av kräftor fanns i norra och nordöstra Vättern. Av de 19 avfiskade rödinglekplatserna förekom det kräftor på 13 st. Det var signifikant lägre tätheter på lokaler som angetts vara rödinglekplatser jämfört med kontrollokaler. Utifrån resultaten från biomassaberäkningarna uppskattas det finnas kräftor på 33 av Vätterns 43 utpekade rödinglekplatser vilket motsvarar 77 %.

En modell har utarbetats för att bestämma biomassan av signalkräfta i Vättern. Det beräknas finnas drygt 3000 ton signalkräfta i Vättern. Det totala årliga uttaget (30 ton yrkesfiske samt 30 ton fritidsfiske) blir då ca 2 %. Biomassan kräftor över 10 cm beräknades vara ca 320 ton. Det totala uttaget av kräftor över minimimåttet per år blir då ca 20 % vilket visar att fisketrycket ändå är relativt högt i vissa delar av sjön. Intressant ur förvaltningssynpunkt är biomassan kräftor på allmänt vatten - 1000 ton, d v s 33 % av kräftbiomassan. Biomassan kräftor större än 99 mm på allmänt vatten beräknades till 100 ton, vilket motsvarar ca 10 % av kräftbiomassan på allmänt vatten.

Länsstyrelserna tillsammans med Fiskeriverket och Vätternvårdsförbundet kommer att följa upp kräftutvecklingen.

Figur 77. Kräfta på Vätterns botten sommaren 2003.



Figur 78. Utbredning av signalkräftans biomassa (g/m^2) i Vättern (Från [30]).

Kunskapsluckor och spekulationer inför framtiden

Vätterns fiskbestånd har genomgått stora förändringar under årens lopp. I början av 1950-talet började sjön hotas av övergödning. Den art som gynnades av detta var siken och avkastningen var vissa år nästan tre gånger så hög under perioden 1955-70 som tidigare. Efter utbyggnad av kommunala reningsverk är nu produktionsförmågan åter låg. Detta påverkar naturligtvis fiskavkastningen. Uppenbart är att föryngringen är svag hos både sik och röding och troligen är förutom rödingbeståndet även siklöjebeståndet svagare än tidigare. Siken uppges vara magrare än förr, medan de rödingar som kommit upp i fiskätande (spigg, nors och siklöja) storlekar är välnärda, vilket i även gäller laxen. Sentida uppgifter om var i sjön de yngsta stadierna av röding uppehåller sig och vad de livnär sig av saknas. Gunnar Svärdson vid Sötvattenslaboratoriet skrev en gång, utan att ha tillgång till några data, att det nykläckta rödingynglet sannolikt åt nykläckta ungar av vitmärlor, vilka kläcker vid ungefär samma tidpunkt som rödingynglet och uppehåller sig på stora djup. Om småröding en verkligen uppehåller sig på de stora djupen vet vi inte. I andra sjöar påträffas emellertid de yngsta åldersstadierna på stora djup sommartid. Det fredningsområde som togs bort inom de riktigt stora djupen 1994 och återinfördes 2002, hade ursprungligen tillkommit för att skydda uppväxande röding.

Nu när sjöns förutsättning för produktion minskat och samtidigt har föryngringen hos röding och sik varit oroväckande, är det viktigt att man måste försöka att bättre värna om de uppväxande individerna och beskatta resursen efter vad den tål. De regleringar av fisket som införts 2001 är ett första steg men ytterligare regleringar är nödvändiga för säkerställande av bestånden. Reglering av fisket är särskilt komplicerat i en sjö som Vättern, där både sik och röding är viktiga arter, som inte bara beskattas kommersiellt. Dessa arter är båda kallvattensarter och uppehåller sig därför åtminstone tidvis i samma områden och på samma djup. Siken är dock småvuxen och fiskas huvudsakligen med relativt finmaskiga nät. Detta innebär att rödingen, som har potential att växa sig stor, riskerar att fångas innan den nått minimimåttet. Ett annat problem kan vara att nätfisket blivit allt effektivare och trådmaterialet utvecklats och blivit klenare. Sannolikt har detta medfört att bifångsterna av uppväxande individer ökat. Ett ökat fritidsfiske främst genom trolling innebär också att fler smårödingar kan fångas. Sommartid sker fisket på stora djup och om fisken inte hanteras rätt är det många smårödingar som inte överlever efter att de återutsatts[71].

Svenska Insjöfiskarenas Centralorganisation har erhållit kollektiva medel från EU för att försöka förbättra selektiviteten i det svenska insjöfisket söder om Dalälven. För Vätterns del innebär detta att man tillsammans med Fiskeriverket och länsstyrelserna dels skall försöka få fram mått på bifångsterna av småröding vid nätfiske i olika områden och under olika årstider och dels statistik över bifångst av undermåliga individer vid fiske med nät av olika trådgrovlek. Resultaten från trådgrovleksstudierna kan leda till att de klenaste trådgrovlekarna förbjuds eller tas bort frivilligt, om det visar sig att fångsten av småfisk är avsevärt större i dessa än i nät med grövre tråd. Slutligen finns planer på att se om det går att ersätta nuvarande fasta redskap, där lax och även större röding riskerar att fastna i vissa delar på samma sätt som i ett vanligt nät, med redskap som behåller fisken levande. Resultaten från detta projekt, som startar under 2003, förväntas få stor betydelse för den framtida beståndsvården och resurshushållningen.

Om mycket hänt i Vätterns fisksamhälle, har kanske ännu större förändringar skett i sjöns bottendjurssamhälle. Ursprungligen fanns svaga flodkräftbestånd som enligt statistiken avkastade några hundra kilo om året. Bestånden var begränsade till sjöns grundare och varmare

skärgårdsområden. Nu finns ett synnerligen högavkastande bestånd av signalkräftor. Bestånden kommer från utsättningar, som ursprungligen inte gjordes i själva Vättern, utan i Alsen vid Askersund och i sjöar inom Huskvarnaåns avrinningsområde. De tätaste bestånden finns i sjöns norra del, men kräftorna håller på att spridas, både av sig självt och med människors hjälp, till andra delar av sjön.

Många är oroade över vad kräftorna kan ställa till med. Kräftor är allätare, även om vuxna kräftor nog huvudsakligen äter olika former av växtlighet, allt ifrån alger, som växer på stenar och andra föremål, till rotade högre växter. Många är främst oroade över att kräftorna skall äta rödingrom och -yngel i så hög grad att beståndet påverkas. Detta gäller även sikbeståndet.

Rödingen i Vättern leker på grunt vatten på ganska grovstenig botten i oktober-november. I det grova materialet kan knappast rödingen gräva ned sin rom, utan den snarast ”sopas ned” mellan stenarna. Ynglet kommer upp från lekbädden sannolikt i månadsskiftet april-maj, då större delen av gulesäcken förbrukats och de blivit relativt simkunniga. Under och efter rödingleken finns ett flertal fiskarter som effektivt städar upp och äter upp de romkorn som inte ramlat ned mellan stenarna. Inte minst lake och simpor är effektiva romätare, men även sik och abborre konsumerar rom, liksom rödingen själv. Alla romkorn som blir liggande öppet och exponerade torde bli uppätna, oavsett om det finns kräftor eller inte. Genom att bottenmaterialet är så grovt kan knappast kräftorna flytta på stenarna och komma åt äggen. Slutligen är kräftorna betydligt mindre aktiva än flera av nämnda fiskarter vid de låga temperaturer som råder under den tid rödingrommen ligger på botten.

Ett litteratursök på världens databaser visar att det finns synnerligen få studier som rör kräftors effekt på fisk. Däremot finns en uppsjö av studier om det motsatta. Ett enkelt laboratorieförsök med rödingrom och rödingyngel som utfördes på Sötvattenslaboratoriet[24] visade dock på en ökad dödlighet vid de högsta kräfttätheterna från försökets start tills dess gulesäcken förbrukats hos ynglet. Bottensubstratet utgjordes dock av mindre stenar (singel), vilka kräftorna förmådde att flytta på. Dessutom var kräftornas predationsmöjligheter optimala, genom att utrymmet var begränsat och möjligheterna små för ynglet att fly samt att tätheten av kräfta var större än vad som finns naturligt i Vättern.

Andra farhågor är att kräftorna skall konkurrera med främst rödingen om födan eller beta ned kransalgsbestånden, som finns vilka är bland de skäl till att sjön upptagits som ett Natura 2000 objekt. Näringskonkurrensen har främst gällt vitmärlorna, vilka av Gunnar Svärdson föreslagits vara orsak till att röding och sik kan samexistera på ett så bra sätt i Vättern. Vitmärlorna lever dock i huvudsak på större djup med lite lösare sedimentbotten, där kräftorna är mindre talrika. Kransalger är emellertid i andra sjöar och i odlingsdammar favoritföda för signalkräftor och berättigade farhågor finns att kräftorna på sikt skall begränsa algernas utbredning. Det planerade vegetationsövervakningsprogrammet är därför välkommet. Slutligen återstår också att se vilka fiskarter som kommer att dra nytta av den nya födoorganism som tillförts sjön i och med kräftförekomsten. Abborre och lake kommer troligtvis att göra det. Ännu har dock inga uppgifter inkommit att man hittat kräftor i någon rödingmage.

Man må tycka vad man vill om kräftförekomsten och kräftornas expansion i sjön. Något selektivt gift som gör det möjligt att utrota kräftorna finns inte. I det läget är det kanske bättre att betrakta kräftorna som en resurs för yrkesfiskare och allmänhet och vårda och utnyttja beståndet på bästa möjliga sätt. En lämplig vård av beståndet, som innebär att man tillämpar ett högt minimimått och inte fiskar för hårt, motverkar att synnerligen täta bestånd av småkräftor uppstår. Detta torde också vara positivt för att minska kräftornas negativa effekter. Ett mycket

tätt bestånd av småkräftor torde t ex ha större möjligheter att krypa ned mellan stenar och eventuellt äta rödingrom än ett glesare bestånd med dominans av större kräftor.

Figur 79. Farhågor finns att signalkräftan kan påverka Vätterns ekologi.

Planerade undersökningar i Vättern med tillflöden

Utöver pågående undersökningar (årliga ekoräkningar och trålningar i sjön, elfisken i bäckarna samt observationer under harrleken och de undersökningar som planerats inom ramen för yrkesfiskarna kollektiva projekt) har Fiskeriverket genom länsstyrelsernas genomförda provfiske fått en förbättrad kunskap. Till en början kommer vi också att utföra nätprovfisken på rödinglekgrund strax efter leken samt när det bedöms att rödingynglet lämnar lekbottnarna, för att se vilka fiskarter som uppehåller sig där och även se om de ätit rödingyngel. Samtidigt kommer det också att visa sig om kräftorna är aktiva i samma områden. Det vore också angeläget att försöka stimulera forskare vid universitet att söka forskningsmedel för mer vetenskapliga studier inom problemområdet kräftor och deras effekt på miljön.

Fiskfaunan i Vätterns tillflöden

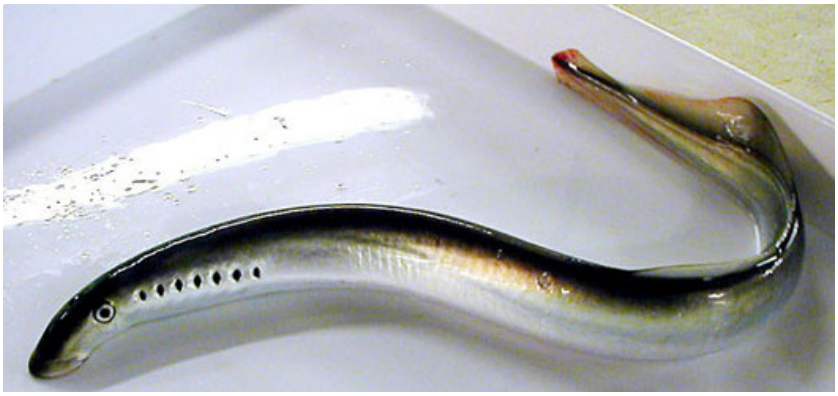
Vätterns tillflöden är viktiga som reproduktionsområde för flera av Vätterns fiskarter . Utöver öringen är Vätterns bestånd av harr och flodnejonöga direkt beroende av tillflöden som reproduktionsområden. För arter som mört, braxen och gädda som kräver grunda vegetationsområden för sin lek utgör tillflödena och dess mindre sjöar viktiga reproduktionsområden. Detta gäller inte minst i Vätterns sydligare delar där dessa miljöer helt saknas i sjön.

Karaktärsarten för strömvattenmiljöerna i Vätterns tillflöden är öring. Andra vanliga arter är gädda, abborre, elritsa, bäcknejonöga, bergsimpa och lake som finns både i Vätterns tillflöden och i sjön[24].

Figur 80. Harrlek i Röttelån.

Vätterns harrbestånd är Sveriges sydligaste och får klassas som mycket skyddsvärt. Kända lokaler för harrlek i Vätterns tillflöden är Röttleån, Dunkehallaån, Gagnån, Huskvarnaån, Lill-lån-Huskvarna, Hökesån, Knipån, Svedån, Rödån, Hjoån, Hjällöbäcken, Skämningsforsån, Holmån, Domneån samt Ålebäcken[24]. I flera av dessa vattendrag har förekomsten inte noterats vid elfiske utan vid okulärbesiktning. Harren leker på våren i april – maj i vattendragens nedre delar och ungarna vandrar redan i början på sommaren ut i Vättern varför de endast i undantagsfall påträffas vid elfiske i slutet av sommaren. Arten är sämre på att passera vandringshinder och har inte alls drift att vandra långt upp i vattendragen som öringen. De bedömningar om vandringshindrens svårighetsgrad som görs för öring i detta arbete kan således inte användas för att bedöma harrens vandringsmöjligheter. Möjligtvis skulle bedömningen av hindrens svårighetsgrad för mört kunna ge en bild över harrens vandringsmöjligheter.

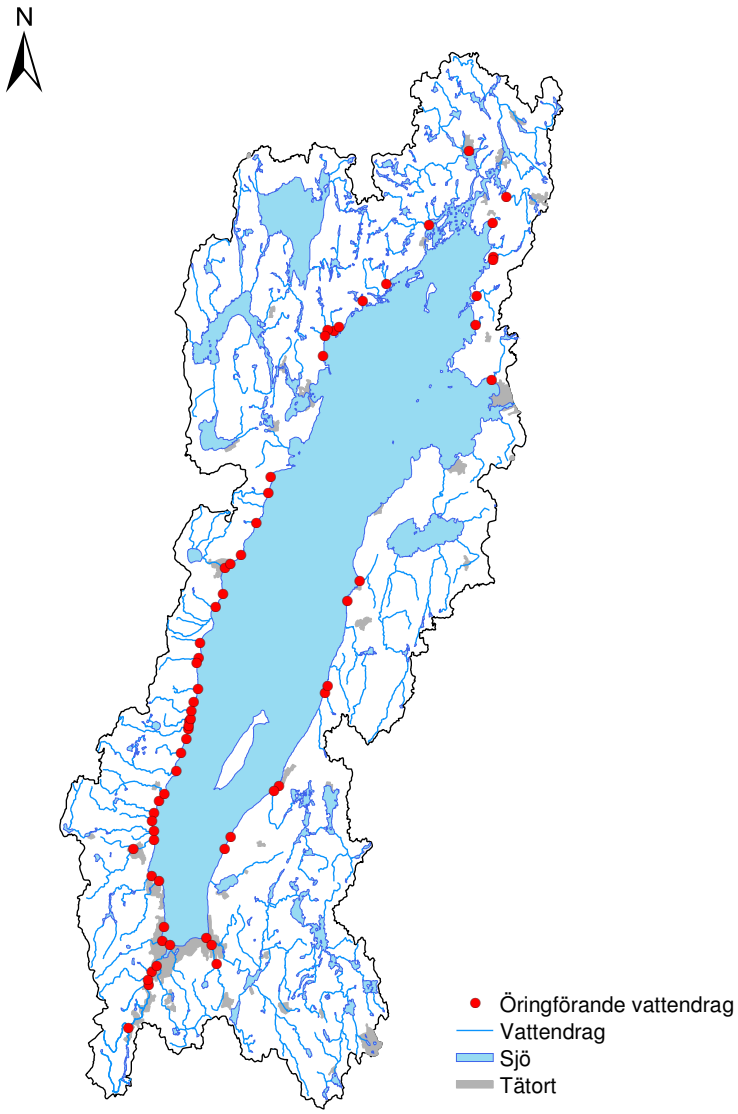
Flodnejonögat, som tillhör familjen rundmunnar, är en av Vätterns rariteter och är klassad som ”starkt hotad” (klass EN) i Sverige. Flodnejonöga har fångats vid elfiske i Djäknebäcken, Gagnån, Hornån, Hökesån, Knipån, Kärrsbyån, Lillån-Huskvarna och Rödån[24].



Figur 81. Flodnejonöga finns i Vätterns tillflöden.

Flera arter som inte är naturliga för området har påträffats i tillflödena. Lax är inte naturligt förekommande i Vättern utan beståndet i Vättern upprätthålls genom regelbundna utsättningar

i sjön. Lax har fångats i ett vattendrag, Hökesån vid ett tillfälle men ingen reproduktion har konstaterats. Det är inte troligt (eller önskvärt) att arten kommer att etablera några självreproducerande bestånd i Vättern. Regnbåge har fångats vid elfiske i Hjoån och Lillån-Huskvarna. Tidigare genomfördes utsättningar av regnbåge i Vättern, en verksamhet som upphört. De regnbågar som idag förekommer i Vättern bör härstamma från fiskodlingar och utsättningar i sjöar inom Vätterns tillrinningsområde. Inte heller regnbågen reproducerar sig varför den sannolikt inte kommer att etablera sig i Vättern eller dess tillrinnande vattendrag. Bäckröding har påträffats i Rödån, Hultsjöbäcken, Gagnån och Björnhultabäcken. Reproduktion av bäckröding förekommer i vissa bäckar, t ex Gagnån, där de konkurrerar med främst stationära öringbestånd i bäckarnas övre delar.



Figur 82. Öringförande vattendrag runt Vättern[15].

Samverkan mellan länen

Anton Halldén,
Länsfiskekonsulent Länsstyrelsen i Jönköping, med samordningsansvar för de fyra länens fiskefunktion för Vättern

Länsstyrelserna i Jönköpings, Östergötlands, Västra Götalands samt Örebro län har ett regionalt ansvar för fisket Vättern medan Fiskeriverket har det centrala ansvaret. Det är därför viktigt att samverkan i fiskefrågor sker mellan länsstyrelserna och att dessa handläggs samordnat och effektivt. För att underlätta och tydliggöra samverkan har länsstyrelserna gemensamt utarbetat ett samverkansdokument som beslutats gemensamt av länsstyrelsernas ledning. Länsstyrelsen i Jönköpings län har samordningsansvaret. Likaså är samverkan mellan Fiskeriverket och Vätternvårdsförbundet viktigt.

I korthet är de gemensamma målen för fisket i Vättern följande:

- **Fiskevården** skall utformas med hänsyn till att naturresursen fisk bevaras och utvecklas så att den kan nyttjas av både yrkes- och fritidsfiske på ett ekonomiskt och långsiktigt optimalt sätt. Fiskevårdsåtgärder, fiske och vattenbruk får inte äventyra den biologiska mångfalden eller skada miljön i övrigt.

- **Fisketillsynen,** som är en viktig del av fiskevården, skall vara så effektiv och ändamålsenlig som möjligt både i Vättern och i tillrinnande vattendrag.

- **Yrkesfisket** skall genom information, rådgivning och stödverksamhet utvecklas till stabila och konkurrenskraftiga fiskeföretag. Av fiskevårdsskäl bör användandet av fiskeredskap som är selektiva och/eller levande fångande öka.

- **Fritidsfisket** bör av fiskevårdsskäl på sikt styras från fiske med mängdfångande redskap till mera sportfiskemässiga metoder. Sportfisket skall utvecklas som rekreations- och turistaktivitet och servicen skall samordnas med behovet för annat friluftsliv.

De arbeten som under senare år utförts eller pågår med återkoppling till dessa mål är bl.a.

- Ta fram en gemensam årlig, verksamhetsplan.
- Ta fram en övergripande fiskevårdsplan.
- Inventering av rödingens lekplatser.
- Biotopkartera samtliga tillrinnande bäckar.
- Utföra åtgärder i bäckar med syfte att öka den naturliga produktionen av öring.
- Inventera och följa signalkräftas utveckling.
- Utföra årliga laxutsättningar.
- Medverka till ändamålsenliga fiskebestämmelser.
- Planera och genomföra årlig fisketillsyn.
- Informera om fisket och fiskets bestämmelser.
- Restriktiv hållning vid bedömning av nya yrkesfiskelicenser och ökad redskapsmängd då bestånden av röding och sik är överutnyttjade.
- Medverka till genomförande av EU- projektet Regional utvecklingsplan för insjöfisket. Bl a syftar projektet till att utveckla av selektivare redskap.
- Ta fram statistik över fritidsfiskets fångster.

- Ta fram ett övergripande förslag på utveckling av fisketurism runt Vättern.
- Undersöka fiskens överlevnad vid återutsättning efter fångst på krokredskap.

Figur 83. Ett stort arbete läggs ned från länsfiskekonsulenterna på undersökningar och information om Vätterns fiske och fiskar samt ändringar av regelverket för att bättre anpassas till förutsättningarna. T ex är informationstavlor är placerade vid samtliga isättningsramper för båtar.

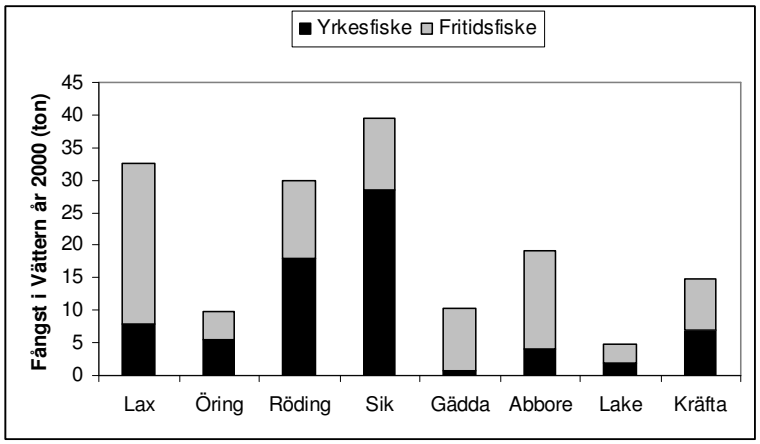
Fritidsfiskets fångster

De fyra länen runt Vättern genomförde våren 2001 en enkät för att belysa fritidsfisket i Vättern under år 2000. Enkäten skickades ut till personer som antogs fiska i sjön genom att de var medlemmar i sportfiskeföreningar, båtklubbar, deltagit i trollingtävlingar eller tidigare lämnat statistik över sitt fritidsfiske i sjön. Totalt utsändes 4064 enkäter och efter en påminnelse hade 2151 (53 %) personer svarat. Svaren bearbetades av Fiskeriverkets kontor i Örebro.

Utav de svarande hade 1102 fiskat i sjön under år 2000. Dessa uppgav sig totalt ha fångat 47,5 ton fisk och ca 7,9 ton signalkräftor. Den samlade fångsten var således ca 55 ton, motsvarande 50 kg per fiskande. Fångsten per fiskande var i nivå med resultatet från år 1993.

Självfallet utgör de redovisade siffrorna en underskattning av det faktiska fritidsfisket i sjön, eftersom alla fiskande inte nåddes av enkäten. Genom att kombinera enkätundersökningen med fältobservationer av fiskande båtar, landfiskare efter lax och båtar i hamnarna utrustade för trolling- eller utterfiske gjordes en skattning av det totala fritidsfisket i sjön. Skattningen gav ett fritidsfiske under år 2000 på 91,5 ton, medan yrkesfisket samtidigt redovisade 77 ton. Fritidsfisket svarade således för ca 54 % av fångsten i sjön. Denna skattning bedöms vara av en rimlig storleksordning.

Enligt skattningen fångade fritidsfisket 24 ton lax, 15 ton abborre, 12 ton röding, 11 ton sik, 10 ton gädda och 8 ton kräftor. Samma år var yrkesfiskets fångster av dessa arter i samma ordning; 8 ton, 4 ton, 18 ton, 29 ton sik och 0,6 ton gädda (Figur 84). Med andra ord var fritidsfiskets andel av laxfångsten hela 75 %. Samtidigt fångade man 40 % av all röding[24].



Figur 84. Yrkesfiskets inrapporterade fångst samt skattningen av fritidsfiskets fångst (ton) i Vättern år 2000[24].

Fiskodling

Sammanlagt finns tillstånd för odling av 37 ton fisk i Vättern. Tillstånden är fördelade på tre odlingar och verksamheten hos dessa är helt inriktad på produktion av matfisk. De fiskarter som får odlas är Vätternröding, lax och regnbåge. Två av odlingarna är vilande och för närvarande odlas endast 10 ton regnbåge årligen i sjön. Länsstyrelserna har i samverkansdokumentet förordat en restriktiv syn på nyetablering av fiskodling i Vättern. Om tillstånd ges, får odling ske endast på de arter och stammar som finns i Vättern samt regnbåge.

Lax och röding i Vättern

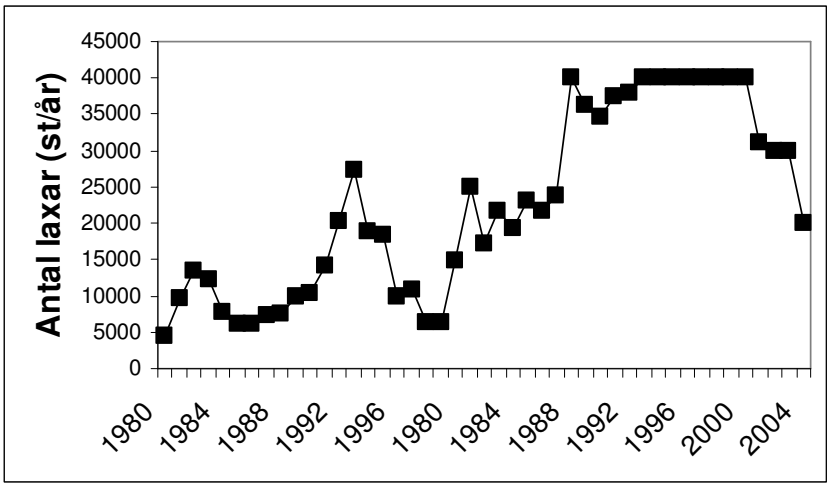
Laxutsättningar

Försök med enstaka laxutsättningar i Vätten gjordes redan i slutet på 50-talet. Enligt uppgift var tanken att kompensera fisket för den utrotade nedströmslekande storöringstam som innan utbyggnaden lekte i Motalaström. Sedan 1971 görs årliga utsättningar av lax därför att arten inte kan föröka sig naturligt i sjön. Utsättningsmängderna varierade åren 1971 – 1987 mellan 14 000 – 25 000 laxsmolt (laxungar) och flera olika laxstammar provades. Då Vänerns Gullspångslax, vid märkningsförsök, gav de bästa återfångsterna blev det den stammen som helt kom att användas.

Från 1988 ökades mängden till 40 000 smolt per år, varav 30 000 sattes ut på våren och 10 000 på hösten. Av flera skäl som försiktighet, allt sämre återfångster samt ekonomi, har utsättningarna på hösten upphört och i dagsläget sätts 20 000 smolt per. Återfångsterna av den vårutsatta laxen har varit bra och märkningsförsöken för perioden 1965-1996 visar ett medelvärde av 767 kg åter per 1 000 utsatta. Yrkesfiskets laxfångster har under den senaste 10 års perioden varierat mellan som högst 27 ton 1993 och som lägst 6,4 ton 1999. År 2001 fångade yrkesfisket 19,3 ton och laxen var detta år den ekonomiskt sett, näst viktigaste arten. Laxen har också fått stor betydelse för sportfisket och sportfisketurismen ökar, såväl den nationella som den internationella. Ledande journalister inom sportfisket bedömer Vätterns laxfiske vara av ”världsklass”.

Då laxen är en främmande art i Vättern finns farhågor om att den negativt skulle påverka sjöns naturliga fiskarter, exempelvis som födokunkurrent gentemot rödingen. Hittills har dock inga tydliga negativa effekter som följd av utsättningarna noterats, vare sig i sjön eller i de

tillrinnande vattendragen. För att belysa frågan ytterligare planerar länsstyrelserna att tillsammans med Fiskeriverket göra en miljökonsekvensbeskrivning av laxutsättningarna.



Figur 85. Laxisättning i Vättern 1980-2004.

Kontinuerliga laxutsättningar i Vättern har pågått sedan början på 1970-talet i varierande omfattning (Figur 85). Utsättningen av denna för sjön främmande art sker för att kompensera förlusten av den storvuxna nedströmslekande öringen som försvann när Motala ström byggdes ut. Utsättningarna ger goda återfångster och är samhällsekonomiskt lönsamma då laxen idag har betydelse för både yrkesfisket, närboende fritidsfiskare och turistfisket. Trots minskade utsättningsmängder av lax har allt fler diskussioner börjat föras om laxens eventuella negativa effekter på sjöns ekosystem och då inte minst beståndet av röding.

Anledningen till diskussionen är främst den svaga fångstutvecklingen av röding under de senaste 10 åren. Fångstutvecklingen beskriver sannolikt statusen på den vuxna rödingpopulationen. Under de senaste 2 – 3 åren har dessutom allt fler rapporter om minskade (bi)fångster av småvuxna unga rödingar inkommit både från yrkesfisket och fritidsfisket, vilket tyder på bristande rekrytering.

Idag är rödingen och laxen värda ungefär lika mycket för yrkesfisket medan laxen sannolikt är den mest värdefulla arten av de två för sport- och fritidsfisket. Rödingen är en ursprunglig istidsrelikt i Vättern och har ett mycket högt skyddsvärde; det är ett av Sveriges absolut mest värdefulla fiskbestånd. Lax är inte någon naturlig art i Vättern och den reproducerar sig inte varför arten inte har något högt biologiskt värde i sjön. Om man tvingas prioritera är det ingen tvekan om att rödingen skall prioriteras framför laxen tack vare sitt höga biologiska värde.

En relevant fråga att ställa är om laxutsättningarna kan vara en bidragande orsak till rödingens svaga beståndsutveckling? Med utgångspunkt från ovanstående kan konstateras att om svaret är ett klart ja på den frågan bör utsättningarna minskas eller upphöra till förmån för bevarandet av rödingen.

Figur 86. Laxisättning i Vättern. Laxen är av Gullspångsstam från Vänern**.**

En snabb sammanfattning av de argument som talar för respektive mot laxutsättningarna ger Länsstyrelsen följande bild. De huvudsakliga argumenten som skulle kunna tyda på att laxen påverkar rödingen är:

- Att rödingbeståndet haft svag beståndsutveckling under senare år.
- Att Fiskeriverkets undersökningar (Johan Hammar muntl) visar att rödingen äter mycket hornsimpa vilket kan tolkas som att konkurrensen från laxen trycker ner röding närmre botten där den tvingas äta hornsimpa. Hornsimpa är inte lika bra föda som siklöja och nors.
- Om rödingen går djupare innebär detta även att tillväxten blir sämre pga den lägre temperaturen.
- Laxutsättningen medför ökat intresse för fiske i Vättern, vilket kan ge ett högre fisketryck även på rödingen.
- Utsättning av odlad fisk innebär en risk för spridning av oönskade fisksjukdomar som kan drabba befintliga fiskbestånd.

De argument som motsäger att laxen påverkar rödingen i nämnvärd omfattning är bl a:

- Laxen bildar inte reproducerande bestånd i Vättern då arten inte påträffas i tillrinnande vattendrag. Om utsättningarna upphör försvinner arten från sjön inom 5 – 6 år.
- Laxutsättningar har pågått sedan början på 1970-talet och under denna period har rödingbeståndet haft flera toppar med bra fångster, senast i början på 1990-talet.
- Det är belagt sedan 1940-talet att rödingen äter hornsimpa.
- Att fiska röding i Vättern är tämligen svårt och kräver god kunskap om vattnet. Det bedrivs idag periodvis ett intensivt trollingfiske i Vättern. Detta fiske är dock riktat efter lax med förhållandevis små fångster av röding. Fångststatistik från fritidsfisket 2000 visar att det fortfarande är de ursprungliga rödingfiskemetoderna, lodutter och nät, som fångar mest röding i Vättern, trots att ansträngningen med dessa metoder av allt att döma minskat under senare år. Trollingfisket är idag etablerat och har kommit för att stanna. Det finns en uppenbar risk för att allt fler inriktar sig på att fiska röding om laxutsättningarna upphör, vilket skulle kunna ge ett markant högre fisketryck.
- Den vuxna rödingen i Vättern uppges av alla ha god kondition, varför det inte förefaller föreligga någon näringsbrist.

- Bestånden av siklöja och nors är goda, vilket visar sig genom de undersökningar (ekointegreringar) som genomförs årligen.
- Vuxen röding fångas i stor utsträckning fortfarande pelagiskt uppe i vattnet där siklöjan och nors förekommer. Inga rapporter finns om att rödingen idag skulle gå mer bottennära än tidigare.
- Laxen sätts ut vid en storlek (150 g) där den direkt övergår till fiskdiet (spigg, nors, siklöja) varför en konkurrens med rödingens yngre stadier förefaller osannolik.
- Utsättning av lax har genomförts i 30 år utan att några oönskade fisksjukdomar påträffats. All fisk som sätts ut i Vättern tas från fiskodlare med för utsättning godkänd hälsokontroll av fisken. Vätterns kalla vatten och den förhållandevis låga tätheten av utsatt fisk talar för att riskerna för fisksjukdomar bör vara små.

Med utgångspunkt från det ovan presenterade underlaget görs bedömningen att risken för att laxutsättningen påverkar rödingen i Vättern negativt är så liten att tillstånd till fortsatta laxutsättningar bör ges. Det är dock angeläget att fortsätta att noggrannare titta på laxutsättningarnas påverkan på Vätterns fiskbestånd samt att närmare försöka studera rödingens status i sjön för att finna förklaringar till den svaga beståndsutvecklingen och kunna genomföra lämpliga fiskevårdsåtgärder.

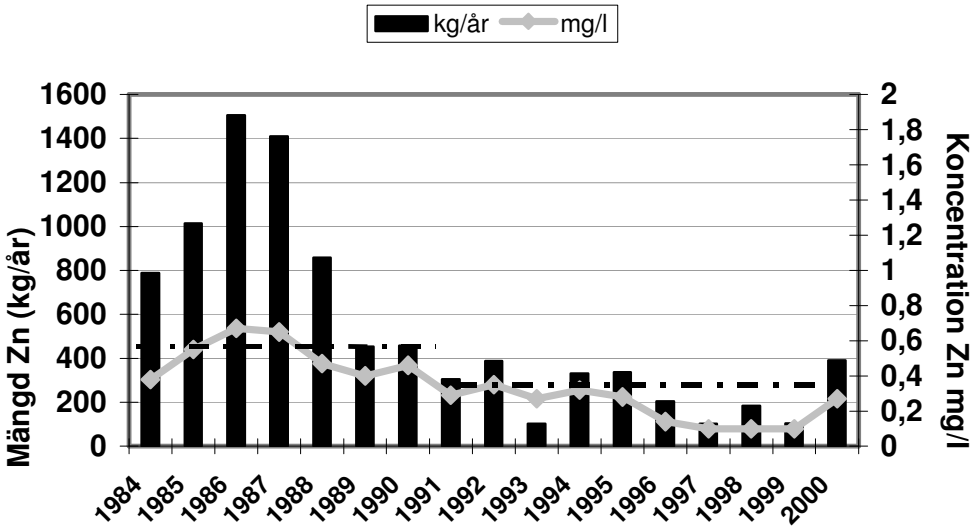
Gruv- och skogsindustrier

Zinkgruvan Mining

Fred Mellberg, Zinkgruvan Mining

I norra Vätterns område, som är metallrik i berggrunden, har det under flera hundra år förekommit gruvverksamhet. I Zinkgruvan förekommer det än idag omfattande brytning och anrikning. Ustläppen från Zinkgruvan Mining har emellertid minskat med tiden efterhand som processerna optimerats alltmer. Mängden zink i utgående vatten från ”klarningssjön” har t ex minskat från över 1000 kg/år på slutet av 1980-talet till nuvarande nivå på ca 300 kg/år i slutet av 1990-talet (Figur 87). Zinkgruvan Minings miljöprogram har inriktats på en reducering av metalltransport i utgående vatten från verksamheten där följande åtgärder har haft och kommer att ha stor betydelse för en minimering av metallpåverkan från verksamheten:

- att samla allt gruvvatten , processvatten samt övrigt spill- och dagvatten runt verksamheten för att avleda detta på ett kontrollerat vis till sandmagasinet. Endast kylvatten går idag direkt till recipienten.
- att konsekvent pumpa gruvvatten och anrikningssand tillsammans för att därigenom utnyttja anrikningssandens förmåga att adsorbera metallerna i gruvattnet[62].
- att huvudsaklig deponering av sand sker under vatten, varvid oxideringen av restsulfidmineralen förhindras och utlakning av metaller inhiberas.
- att införande av s k ”pastateknik” vid återfyllandet av bergrum medför att totalt sett vatten- och metallmängderna från gruvan kommer att minska.
- att inrätta miljöprogram.



Figur 87. Utgående zinkmängder och koncentrationer från Zinkgruvan Mining AB i norra Vättern. Streckade linjer indikrerar villkor.

Skogindustrierna Aspa Bruk AB och Smurfit Munksjö AB innehar också utsläpp av metaller till Vättern (Tabell 41). Från Aspa Bruk sker metallustläppen främst från innehållet i veden vilket är svårt att påverka utan att ha någon särskild rening för just detta. Från Aspa Bruk anges dock att man inte har några planer på ytterligare externa reningssteg för just metaller. Me-

tallutsläppen från de tre stora industrierna runt Vättern domineras till huvudsak av Aspa Bruk (Tabell 41).

Tabell 41. Utsläppsmängder från industrier runt Vättern

Ämne	**Munksjö Aspa Bruk** Utgående mängd kg/år*	**Smurfit Munksjö AB** Utgående mängd kg/år**	**Zinkgruvan Mining** Utgående mängd kg/år***
Kadmium	7,7	0,2	0,5
Krom	24	2,2	1,2
Koppar	160	6,3	2,4
Kvicksilver	0,2	0,1	0,2
Nickel	26	18	-
Bly	17	0,9	30
Zink	880	45	290

**snitt per år 1994-2001*
*** endast år 2000*
****snitt 1999-2001*

Figur 88. Zinkgruvan sett från ovan i norra Vättern.

Miljöförbättringar på Munksjö Aspa Bruk

Kristina Flisberg, Munksjö Aspa Bruk AB

Munksjö Aspa Bruk är en sulfatmassafabrik belägen vid norra Vättern. Det tillverkas både blekt och oblekt massa på bruket. Kvaliteterna är följande: oblekt specialmassa (UKP), klorfri blekt massa (TCF), och klordioxidblekt massa (ECF). Årskapaciteten är ca 180 000 ton massa vilket motsvarar en dygnsproduktion på drygt 500 ton.

Målet är att nå en produktion på 200 000 ton massa per år, koncessionsnämndens beslut från 1996. För att samtidigt med detta nå miljöförbättringar har stora processinterna åtgärder genomförts. Detta har framför allt skett genom att processen slutits, för att på så sätt minska utsläpp och spara på resurser.

Mycket har hänt sedan den förra redogörelsen 1993. Nya investeringar har gjorts för att minska utsläpp till vatten. De senaste investeringarna gjordes under det årliga stoppet i september 2002.

Figur 89. Smurfit Munksjö Aspa Bruk.

Nyinvesteringar

Under 1994 skedde en ombyggnad av kokaren så att kokzonen förlängdes, i syfte att driva bort det oönskade ligninet som håller ihop cellulosafibrerna, till en längre grad, men ändå med bibehållen massakvalitet. I anslutning till kokaren installerades år 1998 en separat tryckdiffusör, d v s en tvättapparat.

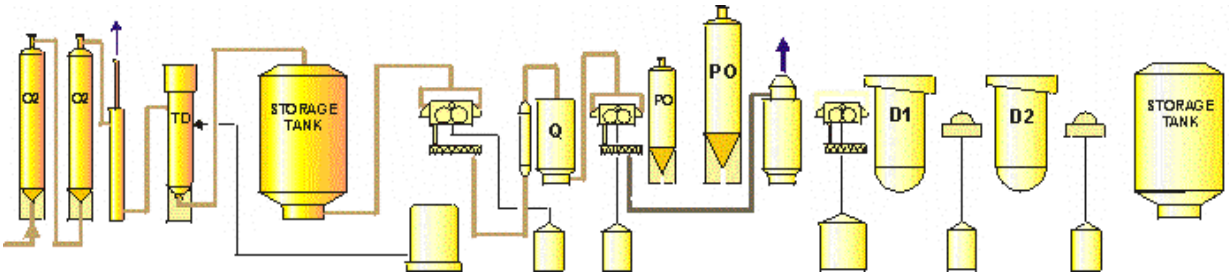
Under 2001 installerades tvåstegs syrgasblekning vilket innebär att reaktionsförhållandena kan göras olika i de olika reaktorerna. Detta gynnar en selektiv delignifiering, mer förklarat är att man tar bort ligninet utan att påverka cellulosan. Därutöver ökar reaktionshastigheten och driver på blekningen till en lägre ligninhalt redan i detta steg. Detta innebär att mindre kemikalier behöver används i fortsatta blekningssteg, vilket i sin tur leder till mindre utsläpp.

Fortsatt under 2001 ersattes ett tvättfilter i blekeriet med en Compact Press, en nyutvecklad tvättpress. Detta medför att mindre tvättvätska krävs, men ändå effektivare tvättning.
Under det senaste driftsstoppet installerades ytterligare två likadana Compact Pressar i blekeriet.

En ytterligare miljöåtgärd gjordes då en kompenserande lutcistern blev uppställd i september 2002. Denna ska fungera som en lutbuffert vid driftsstörningar i processen och förhindra spill ut i recipienten.

Slutning av blekeriet och pappsalen

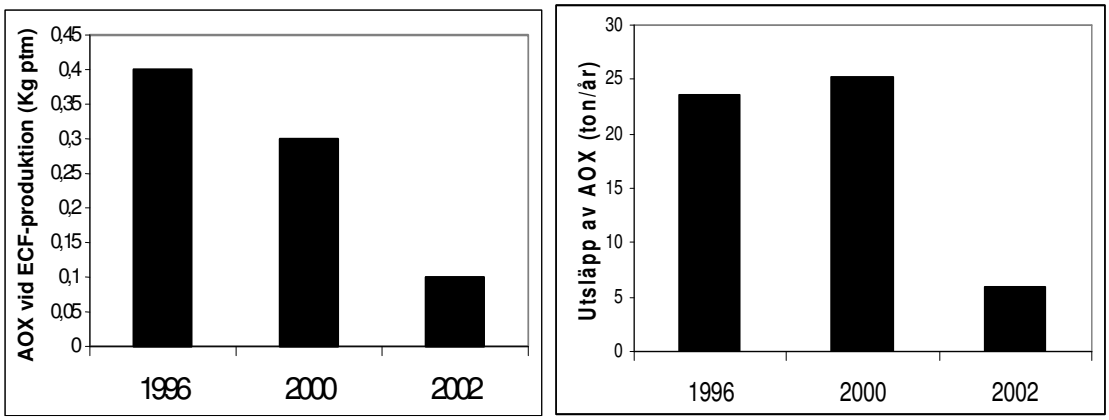
För att minimera våra utsläpp till vatten har blekeriet till största delen slutits, vilket innebär att tvättvätskan som används förs tillbaka till föregående steg, och slutligen förbränns det organiska materialet i sodapannan. För att kunna göra detta så effektivt som möjligt ändrades bleksekvensen för kvaliteterna. Dagens bleksekvens är två syrgassteg i följd, ett komplexbildarsteg, ett bleksteg med väteperoxid med tillsats av syrgas. Vid ECF produktion avslutas blekningen med två klordioxid steg. Under 2005 kommer en mindre biofilmsreaktor för rening av filtret från det avslutande klordioxidbleksteget att installeras.



Figur 90. Den nya bleksekvensen för ECF-massa:

Miljövärden

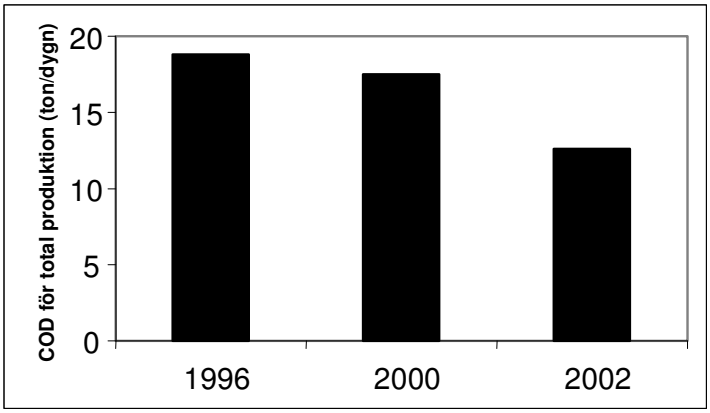
Det har skett stora positiva förändringar vad gäller AOX- utsläppen, d v s utsläppen har minskat per producerad ton massa (ptm). Sedan en lägre tid ligger nivån under 0.1 kg ptm.



Figur 91. Utsläpp av AOX per ton massa (t.v) och total mängs utslöpp av AOX i ton (t.h) vid Aspa Bruk.

Aspa Bruk använder idag sedan –95, komplexbildaren DTPA för att binda upp störande metaller i massan. DTPA är mer lättnedbrytbar fotokemiskt i jämförelse med EDTA som användes tidigare, vilket är gynnsamt i en så klar sjö som Vättern.

Vår strävan är att nå en COD- halt på 10 ton per dygn med processinterna åtgärder. Utvecklingen från en nivå på ca 20 ton/dygn till dagens 13 ton/dygn framgår av diagrammet nedan.



Figur 92. Utsläpp av syrgaskonsumerande ämnen COD (ton/dygn) vid Munksjö Aspa Bruk.

I dagsläget sker intrimning av de nya investeringarna som skett hösten 2002. Munksjö Aspa Bruk driver starkt på för att få ner COD- utsläppen till en nivå på 10 ton/dygn.

Tabell 42. Större miljörelaterade händelser vid Munksjö Aspa Bruk AB**.**

År	Händelse
1994	Moderniseringar i kokeri och indunstning
1995	Komplexbildaren DTPA ersätter EDTA
1996	Nytt Peroxid-steg i blekeriet Nytt Mesafilter Nytt luktgassystem
1997	Nya vitluts- och grönlutsfilter
1998	Omfattande produktionshöjande och miljöförbättrande investeringar i kokeri, sileri, indunstning och sodapanna
1999	-
2000	-
2001	Nytt dubbelt syrgassteg Ny tvättpress Ny bleksekvens för ECF- massa
2002	Ytterligare två tvättpressar installeras i blekeriet.
2005	Biofilmsreaktor för rening av filtret från det avslutande klordioxidbleksteget kommer att installeras

Aspa Bruk AB släpper årligen ut ca 5,5 ton fosfor per år och 33 ton kväve per år (Figur 56). Detta har skett i samband med att produktionen ökat. Utsläppen av fosfor kan ej kopplas till någon negativ utveckling av ekologin. Däremot är det möjligt att de samlade industriutsläppen av kväve kan bidra till ackumulationen av kväve i Vättern. Aspa Bruk AB innehar också utsläpp av metaller till Vättern (Tabell 41). Från Aspa Bruk AB sker metallustläppen främst från innehållet i veden vilket är svårt att påverka utan att ha någon särskild rening för just detta. Från Aspa Bruk anges dock att man inte har några planer på ytterligare externa reningssteg för just metaller. Metallutsläppen från de tre stora industrierna runt Vättern domineras till huvudsak av Aspa Bruk (Tabell 41).

LIP- projekt som bidrar till att säkerställa Vättern miljötillstånd

Jessika Nihl, Länsstyrelsen i Jönköping

Lokala investeringsprogram (LIP), har som syfte att främja kommunernas miljöarbete och därmed påskynda Sveriges omställning till ett ekologiskt hållbart samhälle. Under åren mellan 1998-2003 delade regeringen ut bidrag till kommuner vars investeringsprogram på bästa sätt gynnar en ekologisk omställning. Grunden för kommunernas miljöarbete har varit de nationella och regionala miljömålen, där ambitionen är att målen ska nås inom en generation, dvs. omkring 2020-2025.

Fyra kommuner som är belägna runt Vättern har fått bidrag till sina lokala investeringsprogram (Habo, Jönköping, Hjo och Motala). Ett gemensamt problemområde för dem är städernas dagvatten som utan någon rening rinner ut i Vättern. Dagvatten är en betydelsefull källa för vissa typer av föroreningar. Problemet har uppmärksammats i samtliga fyra kommuner och ingår som särskilda projekt i de ekologiska omställningsprogrammen. Målet är att minska tillflödet av näringsämnen, metaller och andra föroreningar till Vättern. Projekten går helt i linje med Vätternvårdsförbundets mål och åtgärdsprogram som är framtaget i syfte att säkerställa Vätterns miljötillstånd. Förbundets intention är att följa och styra utvecklingen av Vätterns miljötillstånd, dels genom att sköta övervakningsprogrammet, dels genom att bevaka olika intressen runt sjön.

Syftet med den här uppsatsen är att redovisa de projekt inom LIP som kan kopplas till ett förbättrat skydd för Vättern samt att redogöra storleken på miljövinsterna. Eftersom slutrapporteringen inte är utförd är kommunernas beräknade miljövinster endast uppskattningar som bygger på resultat från andra liknande projekt.

Dagvatten

Dagvattnet innehåller bland annat suspenderat material, syretärande ämne, bakterier, näringsämnen (fosfor och kväve), metaller och organiska ämnen. Mycket av föroreningarna kommer via nederbörden men innehållet beror också på hur förorenad marken inom avrinningsområdet är. En annan källa är trafiken där PAH, drivmedel, smörjmedel och partiklar från väg- och däckslitage bidrar till föroreningsgraden. Det är graden av förorening i dagvattnet som bestämmer behovet av rening och om det är nödvändigt att leda vattnet till en reningsanläggning innan det når sjön eller vattendraget.

För att sänka tillförseln av näringsämnen till Vättern har Habo, Hjo, Jönköping och Motala kommuner inriktat sig på att rena dagvatten och avloppsvatten genom att anlägga våtmarker och dammar. Ett dagvattenmagasin bromsar upp hastigheten på vattnet och möjliggör en naturlig rening. Partiklar och fosfor kommer att sedimentera, vilket gör att dammarna effektivt avskiljer föroreningar och tungmetaller som ofta är bundna till partiklar. Våtmarken fungerar också som en kvävefälla där den viktigaste mekanismen för reduktion är denitrifikation (nitrit och nitratkväve bryts ned till kvävgas, via kväveoxid, och avges därefter till atmosfären). Andra mekanismer som reducerar kväve är vegetationsupptag och sedimentation. Eftersom reningseffekten för olika dammar varierar kraftigt beroende på faktorer som volym, uppehållstid, tidpunkt på året, utformning och anaeroba respektive aeroba förhållanden, är kommunernas beräknade miljövinst endast en ungefärlig uppskattning. Dessa skall få näringsämnen och andra föroreningar i vattnet att sedimentera eller omvandlas innan vattnet når Vättern.

Näringstillståndet i Vättern

Fosfor kan, främst i insjöar där det är tillväxtregleranade, leda till övergödning och igenväxning. Övergödning är dock inget problem i Vättern som är en näringsfattig klarvattensjö med låga fosforhalter, 5-6 µg/l. Däremot har sjön höga kvävehalter. Kvävet innebär inte några direkta problem för Vättern i sig, men har stor betydelse för övergödningssituationen i Bråviken, i vilken Motala ström mynnar.

Förutom att ungefär hälften av näringsämnena tillförs Vättern via atmosfären, är de största utsläppskällorna runt sjön jordbruk och reningsverk. Sedan 1980-talet har de kommunala reningsverken kompletterats för att minska utsläppen av kväve och belastningen till omgivande hav. Åtgärderna har ändå inte varit tillräckliga för att sänka kvävehalten i Vättern, det är därför av betydelse att se över alla källor, stora som små. Dagvattnets belastning kan synas ringa jämfört med jordbrukets och reningsverkens men ändå viktigt att komma till rätta med.

Metaller

Typiska metaller som förorenar dagvatten är bly, koppar, kadmium och zink. Koppar och zink är i sig ämnen med positiva biologiska egenskaper vid rätt koncentrationer medan bly och kadmium inte har någon essentiell betydelse för organismer och växter. Gemensamt för nämnda metaller är att de i höga halter ger toxisk verkan, detsamma gäller även svårnedbrytbara organiska ämnen. Genom dagvatten når en mängd metaller och svårnedbrytbara organiska ämnen Vättern. Eftersom fosforhalten är låg i sjön är även växtligheten låg, vilket gör att metaller och organiska ämnen inte späds ut i någon större utsträckning. Genom anläggningar av våtmarksdammar kommer dagvattnet till stor del att renas från dessa föroreningar. Trafiken har ett betydande bidrag när det gäller tungmetaller, PAH er och vissa tillsatsämnen i asfalt och däck.

Åtgärder

Hjo

Hjo fick beviljat stöd till det lokala investerings programmet 1998. I kommunens ekologiska omställning ingår fjorton olika projekt som tillsammans leder till ett ökat ansvarstagande för Vättern. Eftersom Hjo tar sitt dricksvatten från Vättern, ligger det i kommunens allmänna intresse att återföra vattnet i ett skick som sjön tål att ta emot. Som det ser ut idag strömmar vatten vid regn och snösmältning från trafikerade gator, torg och industriområden i stor utsträckning orenat ut genom kulvertar till recipienterna. Effekterna av detta kan leda till akut påfrestning för det biologiska livet i Hjoån och en långsiktigt negativ påverkan på Vättern. Dagvattnet som förorenats av stadens trafikerade ytor behöver därför renas innan det når Hjoån och Vättern. Kommunen kommer att anlägga två dammsystem som ska ta hand om dagvatten till Hjoån från avrinningsområden på 0,4 km^2 respektive 0,25 km^2. Dessutom kommer ett tredje dammsystem med lamelloljeavskiljare att anläggas i stadsparken, det ska ta hand om ett avrinningsområde på 1,5 km^2. Delar av avrinningsområdena är kraftigt påverkade industriområden vilket innebär att dagvattnet är påtagligt förorenat och i stort behov av rening. Dagvattenrening sker på så sätt av en yta på 2,15 km^2 .

När det gäller den totala fosforhalten i Hjoåns vatten är trenden sedan 1971 nedgående. Även kvävehalten i ån visar en stadig tillbakagång sedan 1971, förutom 97/98 då halten i ån steg något[48].

Figur 93. Hjoån**.**

I Hjo kommuns omställningsprogram ingår också anläggning av en vassbädd för slambehandling. Slammet som kommer från reningsverket understiger Naturvårdsverkets halter för organiska föroreningar och metaller, trots det går slammet till deponi. Tanken med vassbäddar är att förbättra slammets egenskaper som jordförbättringsmedel ytterligare och därmed minska konstgödselanvändningen. Det skulle leda till att mängden deponerat fosforhaltigt slam minskar, och därigenom även risken för fosforläckage till omgivande vatten. Vassbädden ska fungera så att slammet från reningsverken avvattnas och stabiliseras. Samtidigt suger vassen upp delar av vattenmängden, och slammet blir fastare. Biologisk avvattning av slam har fördelar, då man inte behöver tillsätta stabilisatorer i form av polymerer. Hjo kommun räknar med att minska användningen av polymeren ”polyakrylamid” med 1,3 ton.

Motala kommun

Motala fick beviljat stöd för sitt lokala investeringsprogram 2001. De åtgärder som presenteras i programmet gynnar vattenmiljön i form av minskad miljöbelastning. En del av bidraget kommer att gå till projekt ”Månvägen”, vilket är en åtgärd för att minska föroreningarna i kommunens dagvatten, från bostads- och industrimark, inklusive gator och riksväg 50, som rinner rakt ut i Varamoviken i Vättern. Kommunen kommer att anlägga en våtmarksdamm, genom vilken dagvattnet ska ledas innan det släpps ut i sjön. Därmed räknar kommunen med att sänka belastningen på Vättern med både näringsämnen och metaller. Dammen kommer vid högvatten att ha en volym av ca 5000m^3 med en omsättningstid på ca 4h och grovt skattat knappt 2 dygn vid medelvattenföring. Projekt ”Månvägen” kommer att följas upp genom stickprovtagning under olika årstider, då variabler som bly, kadmium, koppar, zink samt fosfor, kväve och suspenderat material analyseras. Stödvariabler som pH, konduktivitet och grumlighet kommer också att mätas.

Habo

Habo fick beviljat stöd till sitt lokala investeringsprogram 1999. Programmet anknyter direkt till kommunens miljövårdsprogram som är helt inriktat på att säkerställa Vättern som en näringsfattig klarvattensjö med god vattenkvalitet. Projektet i Habo innebär att kommunen anlägger en våtmark med två separata dammsystem för att minska miljöbelastningen på sjön. Till den ena dammen, med en storlek på 3,1 ha, kommer dagvattnet från Habo tätort att ledas för att renas från näringsämnen, metaller och oljor, innan det når Hökesån som rinner tvärsigenom samhället. Även Habos reningsverk påverkar Hökesån, varför ett andra dammsystem, med en yta på 2,7 ha, är anlagt som ett extra reningssteg för reduktion av kväve och fosfor i

utgående vattnet. Åtgärderna kommer förhoppningsvis att vända den uppåtgående kvävetrend som Hökesån visat på sedan 1971.

Figur 94. De nya dammarna vid Sillabäcken i Habo som tar emot såväl dagvatten som avloppsvatten numera istället för till Hökesån.

Jönköping

Jönköping fick beviljat LIP anslag 1999. De största miljöproblemen i Jönköping anges vara försurningen, markföroreningar, trafikproblem samt skyddet av vattentäkter. Inom transport/trafikområdet finns många åtgärder som ska förbättra cykelvägnätet, ge effektivare busslinjer och miljöeffektivare drivmedel. Inom energiområdet söker kommunens energibolag stöd för en fjärrvärmeanläggning, som ska minska användningen av fossila bränslen. Kommunen vill också ha stöd till sanering av förorenad mark.

Renat avloppsvatten från Huskvarna avloppsreningsverk föreslås efterpoleras i våtmarksdammar, för att minska utsläpp av kväve, fosfor och bakteriehaltigt vatten. Dagvattenutsläpp i Huskvarnaåns nedre del samt utsläpp direkt vid Oset åtgärdas genom utbyggnad av dammar för sedimentering.

Figur 95. Tankning av bilar för biogas kan numera ske på reningsverket Simsholmen i Jönköping.

Kommunen sökte även bidrag för införande av källsortering av hushållsavfall samt därtill hörande optisk sorteringsanläggning. Åtgärden syftar till ökat omhändertagande av hushållsavfall. Kommunen sökte också bidrag för ombyggnation av avloppsreningsverket för hantering av biologiskt avfall. Det biologiska avfallet ska rötas till biogas vilken sedan ska användas för drift av biogasfordon. Statsbidrag beviljades till de delar som avser biologisk behandling, gashantering och implementering av sortering.

Synopsis

Det bidrag som regeringen delat ut för att främja Hjo, Jönköping, Habo och Motala kommuns lokala investeringsprogram har, till viss del, bidraget till ett ökat skydd för Vättern. De åtgärder som har eller ska utföras kommer att gynna arbetet med att nå Vätterns miljökvalitetsmål. Tillsammans kommer kommunernas våtmarksdammar att minska kvävebelastningen med minst 8 ton per år och fosfortillförseln med minst 70 kg per år. Resultat kan verka litet i jämförelse med den mängd näringsämne som årligen tillförs Vättern, men i jämförelse med Hjoån, som under början av 90-talet tillförde Vättern ca 1 263 kg kväve per månad, ses reduceringen inte lika obetydlig.

Hjo kommun verkar dessutom för att minska risken för fosforläckage från deponerat slam genom att förbättra cirkulationen av fosfor. Kommunen försöker få igång användningen av reningsverkets slam som gödningsmedel, vilket skulle minska fosfordeponeringen med 5 ton per år. Åtgärderna medför att dagvattnet förutom en minskad närsaltstillförsel kommer att innehålla mindre metaller och organiska föreningar. Då dagvattnet står för en stor del av tillförseln av nämnda föroreningar har kommunerna genom sina investeringsprogram åtgärdat en viktig källa.

Den beräknade reduceringen av föroreningarna är endast uppskattade värden som bygger på liknande projekt som redan är utförda. Därför är miljövinsterna inte helt säkra. Miljövinsterna kommer troligen inte att bli lägre än beräknat då kommunerna utgått från de lägsta reduceringsvärdena i jämförbara dammanläggningar. Den verkliga miljövinsten är möjlig att se först efter slutrapportering och efter att en ordentlig uppföljning har gjorts.

Vägverket och Banverket

Vättern omges av hårt trafikerade vägar. Tätast trafik förekommer det på E4:an utmed sjöns sydöstra del. Övrigt vägnät runt sjön är av sämre kvalitet men belastas av såväl personbilar som av tung trafik. Detta i kombination med ett stort antal tillflöden som korsar vägarna och med snabb och/eller kort rinntid till Vättern medför vägtrafiken en fara för direkt tillförsel av miljöfarliga ämnen t ex i samband med kollisioner. Trafikintensiteten medför också att den diffusa tillförseln av föroreningar kan vara stor.

I Vätterns södra del passererar järnvägen genom Jönköping på sträckan mellan Nässjö och Skövde. Just vid Jönköping löper bansträckningen i princip i direkt anslutning till Vättern. Järnvägsvallen är uppbyggd av lösa stenlager och saknar direkt skydd för olyckor. Den direkta närheten med i princip direktutsläpp till Vättern medför att även järnvägstrafiken är en potentiell fara för Vättern vattenkvalitet.

Utifrån ovanstående resonemang har såväl Banverket (tre regioner) och Vägverket (Region Sydöst, Väst och Mälardalen) tillfrågats om deras miljöhänsyn i Vättern och vilka arbeten som gjorts för skyddet. Nedan följer en sammanställning av deras svar.

Vägverket

Matti Envall, Vägverket region Sydöst

Vägverket ansvarar för delar av dagens miljöpåverkan av Vättern. Miljöpåverkan består till största del av diffus tillförsel av slitageprodukter från såväl vägbanan som fordon, produkter vilka förr eller senare tillförs Vättern via diken, vid regn eller som uppvirvlat damm vid vindar. Särskilt uppmärksammat har salttillförsel från främst E4 varit (se nedan) där t ex 30 000 fordon passerar per dygn varav 25 % är tung trafik. Indirekt kan påverkan även bestå i lokala förhöjningar av kvävenedfall, orsakat av förbränning i motorer. Vidare sker en påverkan från Vättern även genom exploatering av mark och vattenytor som tas i anspråk vid skapande av förutsättningar för trafik.

Vägverket har emellertid varit drivande för att belägga sin miljöpåverkan i olika studier (se nedan). Dessutom har de olika vägverksregionerna prioriterat en förebyggande arbete där man skyddsklassat olika bäck/vägpassager s k konsekvensklassificering. Arbetet med konsekvensklassificering har inneburit att 149 väg/bäckpasssager runt Vättern har klassats och prioritering kan göras.

Runt Vättern berörs totalt tre vägverksregioner: Region Sydöst, Region Väst samt Region Mälardalen. Målinriktat samarbete har ägt rum mellan Vätternvårdsförbundet och de tre regionerna sedan 1996. Nedan följer en kort sammanställning om projektområden som Vägverket varit delaktigt i.

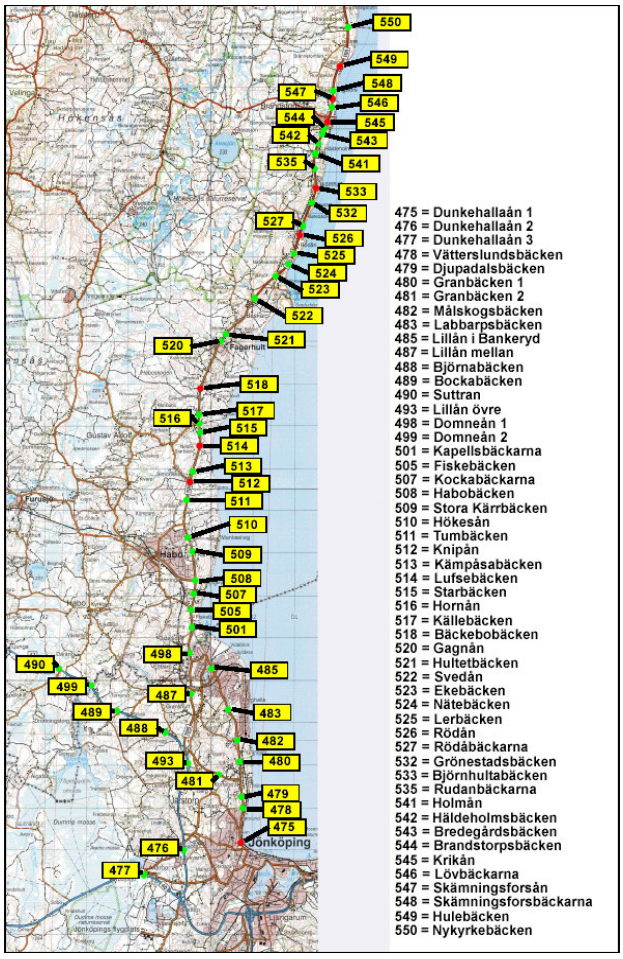
Konsekvensklassificering

Med konsekvensklassificering menas att plasten där en väg passerar en bäck som rinner till Vättern, alternativt en vägsträcka som löper utmed Vätterns kust, blir bedömd ur sårbarhet (konsekvens) i samband med olycka med s k farligt gods. Bedömningen sker utifrån en rad olika parametrar vilka bedöms enligt en manual. Bedömningar grundas på t ex trafikmängder med farligt gods, lokalspecifika förutsättningar för olycka (räcken, berg, ravin etc), naturvärden i bäcken, rinntiden till Vättern samt närheten till vattenintag i Vättern. Alla faktorer vägs ihop och en prioriteringslista med de lokaler där en olycka med farligt gods skulle få störst

miljökonsekvenser kan plockas fram. Listan med ”värsta lokalerna” kan ligga till grund för Vägverkets arbete med förebyggande åtgärder vad gäller trafiksäkerhet.

Utöver det övergripande syftet att prioriterar skyddsarbetet för att undvika olyckor utgör underlagen även en viktig förhandsinformation för exempelvis räddningstjänster vid utryckningar vid skarpa olyckor. I materialet finns lämpliga omhändertagandeplatser för utsläpp markerade på ett enkelt och tydligt vis. Vidare ges en snabb och övergripande orientering om lokalens specifika utseende.

Arbetet med konsekvensklassificering för Vättern har varit uppmärksammat nationellt och rönt stort intresse vid presentationer på olika konferenser. Totalt finns arbetet presenterat i 5 rapporter[72] samt i en uppdaterad databas på Vätternvårdsförbundets sekretariat.



Figur 96. Exempel på protokoll av väg/bäckpassager som är bedömda enligt metodiken för konsekvensklassificering**.**

Biotopkartering

Under sommaren 2002 utfördes en biotopkartering av drygt 90 av Vättern 149 större tillflöden[73]. Med biotopkartering avses att man fotvandrar utmed bäcken och noterar såväl vattenmiljön som närmiljön i olika protokoll. Ett dokument och databas skapas därefter om avrinningsområdets karakteristik vilket är användbart vid såväl bedömning av naturvärden, miljöpåverkan, vid fysisk planering och som ett kunskapsunderlag rent generellt. Dessutom är kunskapsunderlaget nödvändigt för att gå vidare med efterföljande naturvärdesbedömning av vattendragen. Karakterisering är också något som krävs av ramdirektivet för vatten[26]. Totalt är 149 av Vätterns vattendrag karakteriserade enligt den standardiserade metodiken för biotopkartering[74].

Olyckor

Vägverket upplät åt Vätternvårdsförbundet att utföra en riskanalys över vilka transporter med farligt gods som utförs på vägnätet runt Vättern som har störst risk att en olycka sker[75]. Med risk menas ett samband av sannolikheten för en olycka på en viss vägsträcka samt konsekvensen av olyckan. Utifrån tillgänglig statistik av trafikflöden och mängder av olika gods kunde en riskskattning göras. Störst risk (sannolikhet * konsekvens) har transporter med eldningsolja p g a den höga frekvensen. Konsekvensen av utsläpp av eldningsolja är dock väsentligen lägre än med t ex fenol, PAH och bekämpningsmedel av vilket det räcker med ett antal hundra liter för att påverka dricksvattenkvalitén. Underlaget är användbart i föreberedande syfte för att kunna åtgärda en olycka när den väl sker.

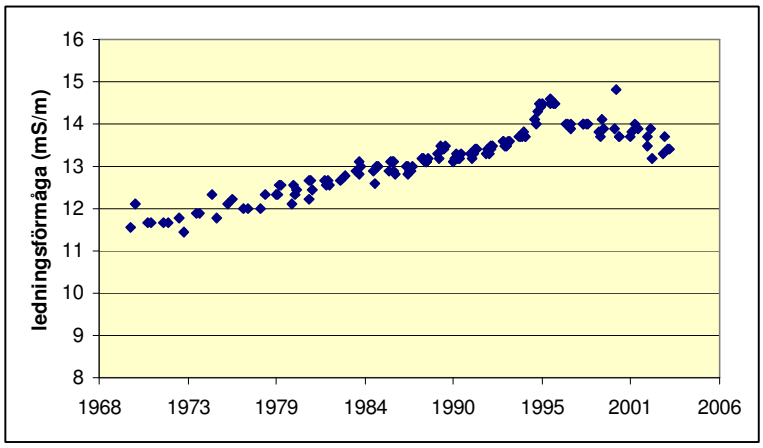
Figur 97. På E4 passerar varje dygn 30 000 fordon.

Vägföroreningar inklusive salt

På slutet av 1990-talet gjorde Vätternvårdsförbundet noteringen om att salthalten i Vättern hade ökat med ca 25 % under de senaste 25 åren d v s så länge som övervakningprogrammet fortlöpt. På uppdrag av Vägverket Region Sydöst genomförde Vätternvårdsförbundet då en studie om spridda mängder salt runt Vättern och dess bidrag till den ökade salthalten i Vättern[75]. Studien visade på att det sprids ca 6 000 ton salt årligen på vägarna runt Vättern. Vägsaltningen beräknades kunna ansvara för dryga 40 % av uppkommen ökning i Vättern, och var därmed den enskilt största källan.

I samma studie genomfördes även en teoretisk beräkning av spridning av andra ämnen som alstras av vägtrafiken [75]. Den teoretiska beräkningen ledde till konkreta mätningar av specifika ämnen[76]. Trots att det teoretiskt sprids avsevärda mängder av olika ämnen var det svårt att med säkerhet uppmäta dessa med kommersiella metoder. Det som tydligaste framträdde med statistisk säkerhet var ökningen av salt från i bäckar som passerar vägbanan (E4).

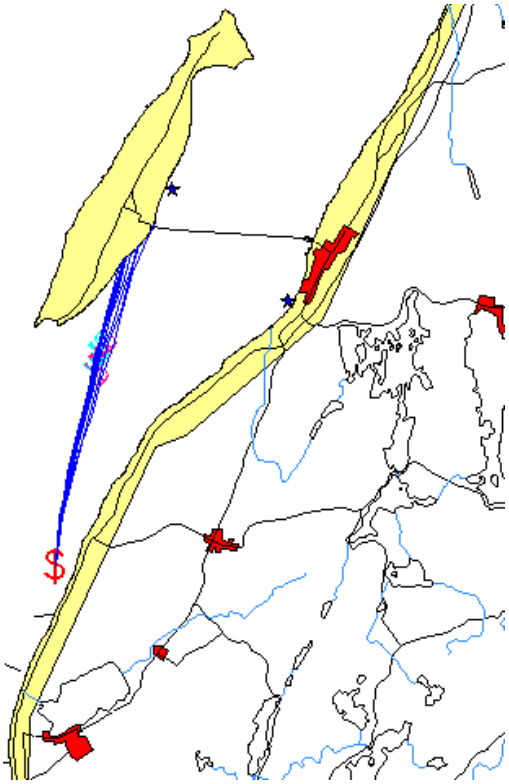
Vägverket Region Sydöst projekterade för skyddsåtgärder för att bl a minska saltet att nå Vättern, åtgärder som i dagsläget ej utförts i praktiken.



Figur 98. Ledningsförmågan i Vätterns ytvatten 1968-2003.

Spridningsmodell Vättern

På uppdrag av Vätternvårdsförbundet har SMHI utvecklat en spridningsmodell för att prognosticera hur spridningen av föroreningar utvecklar sig i Vättern när de väl nått sjön. Spridningsmodellen finns såsom ett PC-baserat modelleringsprogram och är spridd på samtliga kommuner, länsstyrelser och räddningstjänster. Programmet kan modellera vilka riktningar t ex ett oljebälte tar vid en viss given tid på året och givna klimatologiska omständigheter. Verktyget kompletterar ovan nämnda konsekvensklassificering och är en del av skyddsarbetet för Vättern.



Figur 99. Exempel på en sumilering av ett oljeutsläpp och drift.

Trummor och fisk

I samband med Vägverkets arbete och underhåll av broar som leder över tillflöden runt Vättern har Länsstyrelsen i Jönköping tagit fram en prioriteringslista över vilka tillflöden inom region sydöst som hyser de högsta naturvärdena samt var en fiskvänligare utformning av trumman skulle få god effekt på fiskreproduktionen. Dylika beräkningar är möjliga att utföra då underlag i form av biotopkartering och den kompletterande smoltberäkningsmodellen som utfördes parallellt.

Vägverkets nationella miljöprogram

Vägverket har utarbetat ett nationellt miljöprogram vilket är det andra i turordningen[77]. Programmet gäller för hela Vägverket utom resultatenheterna. Det lägger fast övergripande och detaljerade miljömål, åtgärder som leder mot målen samt uppföljningsprinciper och miljöindikatorer för perioden 2002 till 2005. Programmet är underlag för Vägverkets planering på lång och kort sikt.

I miljöprogrammet konstaterar Vägverket att dagens vägtransportsystem inte är hållbart i ett långsiktigt perspektiv. Trots tekniska framsteg är systemets miljöpåverkan fortfarande omfattande. I både internationella och nationella sammanhang påpekas betydelsen av att miljöanpassa vägtrafiken. De kritiska miljöfrågorna som är svåra och viktiga att lösa och därmed står i centrum för allt miljöarbete i Vägverket är:

- Energianvändning och koldioxidutsläppen.
- Hälsopåverkan från luftföroreningar och buller.
- Vägarnas inverkan på stadens respektive landsbygdens natur- och kulturvärden.

Utöver uppföljning av miljömålen i programmet kommer Vägverket att utveckla och följa 24 st miljöindikatorer för hur Vägverket respektive vägtransportsystemet utvecklas. Indikatorerna är valda för att kunna passa in i internationell rapportering och för att övervaka utvecklingen både på kort och på lång sikt.

Tabell 43. Kort sammanfattning av svar på ställda frågor till de tre Vägverksregionerna.

	Sydöst	Väst	Mälardalen
Åtgärder för minska saltning.	Ja, optimering av giva, saltlösning istället för kristaller.	Nej.	Enligt Sydöst.
Åtgärder/planer för att minska transporter av farligt gods.	JA, rekommenderade färdvägar med skydd för Vättern.	Nej.	Nej.
Åtgärder för minska olyckor.	Ja, t ex konsekvensklassificering, spridningsmodell, hastighetsnedsättande åtgärder .	Enligt sydöst.	Enligt sydöst.
Specifika åtgärder för minska spridning av föroreningar.	Nej.	Nej.	Nej.
Åtgärder för förbättra fiskvandring.	Ja, biotopkartering, 3 tillflöden åtgärdade, metodikutveckling pågår.	Ja, biotopkartering, särskillda miljöåtgärder planerad i plan 2004 och framåt.	Ja, biotopkartering, dock inga åtgärder i Vätternnära tillflöden.
Användning av bekämpningsmedel.	Nej, förbjudet inom Vägverket.	Enligt sydöst.	Enligt sydöst.
Sektorsmiljömål för Vättern.	Nej, hänvisning till nationella mål, dock regionallt mål för vandringshinder.	Enligt sydöst, dock ej vandringshinder.	Enligt sydöst, dock ej vandringshinder.

Banverket

Måns Lindell, Vätternvårdsförbundet

Banverket ansvarar för järnvägsnätet runt Vättern. Främst berörs endast Vätterns södra del där järnvägen är förlagd till strandkanten i mer eller mindre direkt anslutning till sjön. Dessutom utgörs banvallen av en förhöjning jämfört med omgivande mark. Materialet i banvallen är i huvudsak grov sten och block. Sammantaget utgörs omständigheterna av en förhållande stor risk för att en olycka kan få konsekvenser på Vättern.

Dagens miljöpåverkan på Vättern utgörs i frånvaro av olyckor av slitageprodukter från hjul, bromsar och räls samt från bekämpningsmedel för att hålla banvallen fri från ogräs. I övrigt är järnvägstrafikens påverkan av Vättern marginell i jämförelse med vägtrafiken.

Sannolikheten för att en olycka på järnväg skall ske torde var låg med tanke på den säkerhet som transportsystemet innebär. Då det emellertid transporteras stora mängder av en rad olika farliga ämnen kan konsekvensen blir hög vid en olycka. Därmed kan risken för en olycka värderas högre än vid en första tanke på den låga sannolikheten (
Tabell 44).

Tabell 44. Omfattning av transporterat "farligt gods" på järnvägsnätet på Bergslagstråket inom Östra/Mellersta Banregionen (Södra och västra regionen inte inräknad).

Typ	Mängd (nettoton)
Explosiva ämnen och föremål	1 300 - 3 000
Gaser	30 000 - 53 000
Brandfarliga vätskor	4 000 - 11 000
Oxiderande ämnen och peroxider	10 000 – 17 000
Giftiga och smittförande ämnen	3 000 – 12 600
Radioaktiva ämnen	30 – 280
Frätande ämnen	6 000 – 10 000

Det förekommer inga planer hos någon region på att ytterligare lägga om godstransporter till att minska transporterna av farligt gods i Vättern närhet. Däremot görs satsningar på att höja säkerhetssystemen för trafikkontroll och för att förpackningarna är korrekt utförda för höga säkerhetskrav. Under perioden 1996-2001 har inga urspårningar ägt rum i Vätterns närhet. De olika regionerna har identifierat och klassificerat konfliktpunkter mellan järnväg och vattenförsörjningsintressen. Detta material håller på att vidareutvecklas.

Rapporter

Nr	År	*Rapporttitel*	Författare
1	-63	*Inventering av vattentäkter, avloppsutsläpp och undersökningar i Vättern*	Kommittén för Vätterns vattenvård
2	-64	*Vattenuttag i Vättern. Prognos för 1980-tal och 2000.*	Kommittén för Vätterns vattenvård
3	-67	*Fysikaliska, Kemiska och Biologiska data för Vättern augusti och november 1966*	Kommittén för Vätterns vattenvård
4	-68	*Fysikaliska, Kemiska och Biologiska data för Vättern 1967 och dess tillflöden*	Kommittén för Vätterns vattenvård
5	-68	*Bedömning av vattenbeskaffenheten i Vättern*	Kommittén för Vätterns vattenvård
6	-68	*Limnologiska observationer i Vättern sommaren 1962*	Kommittén för Vätterns vattenvård
7	-68	*Information angående undersökningari och vattenvårdsplanför Vättern*	Kommittén för Vätterns vattenvård
8	-70	*Vätterns geologi*	Kommittén för Vätterns vattenvård
-	-70	*Vätterns vattenvårdsplan*	Kommittén för Vätterns vattenvård
9	-72	*Undersökning i Vättern och dess tillflöden 1969 och 1970*	Kommittén för Vätterns vattenvård
10	-73	*Undersökning i Vättern och dess tillflöden 1971*	Kommittent för Vätterns vattenvård
11	-73	*Årsredogörelse 1971-72*	Kommittén för Vätterns vattenvård
12	-74	*Undersökning år 1972 i Vättern och dess tillflöden*	Kommittén för Vätterns vattenvård
13	-74	*Årsredogörelse 1973*	Kommittén för Vätterns vattenvård
14	-75	*Årsredogörelse 1974*	Kommittén för Vätterns vattenvård
15	-76	*Årsredogörelse 1975*	Kommittén för Vätterns vattenvård
16	-76	*Undersökningar åren 1973-74 i Vättern och dess tillflöde*	Kommittén för Vätterns vattenvård
17	-77	*Årsredogörelse 1976*	Kommittén för Vätterns vattenvård
18	-78	*Årsredogörelse 1977*	Kommittén för Vätterns vattenvård
19	-78	*Bidrag till om kännedom om sjön Vätterns Plankton år 1899*	de Toni/ Forti
20	-79	*Årsredogörelse 1978*	Kommittén för Vätterns vattenvård
-	-79	*Vättern Vatten Vård, översyn*	Kommittén för Vätterns vattenvård
21	-80	Årsredogörelse för 1979	Kommittén för Vätterns vattenvård
22	-81	*Årsredogörelse 1980*	Kommittén för Vätterns vattenvård
23	-82	*Årsredogörelse 1981 samt redogörelse för undersökningar i Vättern utförda under längre tid.*	Kommittén för Vätterns vattenvård
24	-83	*Årsredogörelse 1982*	Kommittén för Vätterns vattenvård
25	-84	*Årsredogörelse 1983*	Kommittén för Vätterns vattenvård
26	-85	*Årsredogörelse för 1984. Tema Fiske*	Kommittén för Vätterns vattenvård
27	-86	*Årsredogörelse för 1984. Tema Vattenförsörjning*	Kommittén för Vätterns vattenvård
28	-	-	-
29	-87	*Årsredogörelse 1987; Vätterns limnologiska status i ett 20-årsperspektiv*	Kommittén för Vätterns vattenvård
-	-88	*Konferens B. Konferens i anslutning till Kommittén för Vätterns vattenvårds 30-års jubileum*	Kommittén för Vätterns vattenvård
-	-90	*Vättern 90, Vattenvårdsplan*	Ola Broberg, Vätternvårdsförbundet
-	-91	*Glacialrelikter i Vättern*	Magnus Fuhrst, SöLab
30	-91	*Årsskrift 1991*	Ola Broberg, Vätternvårdsförbundet
31	-92	*Årsskrift 1992*	Ola Broberg, Vätternvårdsförbundet
32	-93	*Metaller i Vättern*	Lennart Lindeström, Miljöforskrgrp
33	-93	*Årsskrift 1993*	Ola Broberg, Vätternvårdsförbundet
34	-94	*Vättern: En unik sjö med en unik Fauna*	Limnodata HB
35	-94	*Årsskrift 1994*	Ola Broberg, Vätternvårdsförbundet
36	-95	*Miljöövervakning Vättern, Förslag till program och undersökningstyper*	Ola Broberg, Vätternvårdsförbundet
37	-96	*Förstudie konsekvensklassificering för Vättern*	Ola Broberg/Gunnar Lagerkvist
38	-96	*Program för samordnad regional miljöövervakning i Vättern och dess tillflöden*	Bernhard Jaldemark, Lst Jönköping
39	-96	*Metaller i Vättern, Tillförsel och källfördelning 93-95*	Lennart Lindeström, Miljöforskrgrp
40	-96	*Vattenkvaliteten i Vättern och dess tillflöden 1971-94*	A. Wilander&E. Willén, SLU
41	-96	*Persondatorbaserad spridningsmodell för Vättern*	Cecilia Ambjörn SMHI

42	-96	*Användarhandledning till Spridningsmodell Vättern*	Cecilia Ambjörn SMHI
43	-96	*Årsskrift 1996*	Ola Broberg, Vätternvårdsförbundet
44	-97	*Påväxtalger i Vättern*	Roland Bengtsson, IVL
45	-97	*Miljögifter i röding och abborre i Vättern 1996*	Anders Bignert, Nathist. Riksmus.
46	-97	*Modellering av näringsämnen i Vätterns tillrinningsområde*	Hans Kvarnäs, SLU
47	-97	*Årsskrift 1997*	Ola Broberg, Vätternvårdsförbundet
48	-97	*Naturvärden i Vätterbäckar (system Aqua)*	Gunnar Lagerquist, Lst Jönköping
49	-97	*Konsekvensklassificering för Vättern*	Gunnar Lagerquist, Lst Jönköping
50	-98	*Vättern - inte bara vatten*	Emma Wirén, Lst Östgötl.
51	-98	*Undersökning av naturlig mellanårsvariation hos meiofauna i Vättern*	Bertil Widbom, Stockholms Univ.
52	-98	*Åtgärdsplan Vättern Öst*	Bernhard Jaldemark, Lst Jönköping
53	-98	*Årsskrift 1998*	Måns Lindell, Vätternvårdsförb.
54	-99	*Embryonal utveckling hos vitmärla i fyra svenska sjöar Vänern, Vättern, Vågsfjärden och Rogsjön*	B. Sundelin *et al*. ITM, Stockholms Universitet
55	-99	*Åtgärder för att minska kväveläckage till Disevidån*	E. Årnfeldt, Lst Östergörland
56	-99	*Bly – förekomst och fördelning i naturen, en litteratursammanställning*	M. Bäckström, MTM-centrum Örebro Universitet
57	-99	*Årsskrift 1999*	Måns Lindell, Vätternvårdsförb
58	-00	*Konsekvensklassificering för Vättern, område sydväst*	Envall/Lagerqvist, Vägverket konsult
59	-00	*Årsskrift 2000*	M. Lindell, Vätternvårdsförbundet
60	-00	*Konsekvensklassificering för Vättern, region Väst*	M. Envall, Vägverket konsult
61	-01	*Program för samordnad miljöövervakning i Vättern och dess tillflöden 2001-2006*	M. Lindell, Vätternvårdsförbundet
62	-01	*Fiske och fiskar i Vättern*	M. Lindell & A. Halldén, (red), Vätternvårdsförbundet
63	-01	*Seatrack Vättern, användarhandledning*	O.Ljungmann, SMHI
64	-01	*Årsskrift 2001*	Ed: M. Lindell, Vätternvårdsförbundet
65	-01	*Vägtrafikens påverkan på Vättern*	Hein, Blanck & Lindell, Vätternvårdsförbundet
66	-02	*Industripåverkan på fisk i Vättern – sammanställning av tre undersökningar*	L. Lindeström, ÅF-MFG
67	-02	*Effekter på vitmärlans reproduktion i Vättern*	B. Sundelin et al, ITM
68	-02	*Kärrafjärden Åmmeberg – Läckage av tungmetaller från deponi*	D. Ekholm. VBB VIAK
69	-02	*Årsskrift 2002*	Ed: M. Lindell, Vätternvårdsförbundet
70	-02	*Teoretiskt bedömning av emissioner från utombordsmotorer i Vättern*	E. Time & M Zachrisson, Högskolan i Jönköping
71	-02	*Påväxtalger i Vättern hösten 2001*	R. Bengtsson, IVL
72	-03	*Vitmärlans reproduktion i Vänern och Vättern 2002*	B Sundelin et al. ITM
73	-03	*Miljögifter i fisk 2001/02*	T Öberg Konsult AB / P Darnerud, SLV
74	-03	*Miljögifter i blod hos högkonsumenter av Vätternfisk*	I Helmfrid & U Flodin, Linköp Univ. / B v Bavel, Örebro Univ. / M Lindell Vätternvårdsförbundet
75	-03	*Paleolimnologiska undersökningar i Vättern och Vänern*	I Rhenberg et al, Umeå Univ.
76	-03	*Öring i Vätterbäckar*	Mikael Ljung, Göteborgs Univ.
77	-03	*Vägtrafikrelaterade föroreningars spridning till Vättern och dess tillflöden*	Marie Lundgren, Högskolan i Jön-

			köping
78	-03	*Konsekvensklassificering för Vättern, region Mälardalen*	M. Envall, Vägverket konsult
79	-04	*Årsskrift 03*	M. Lindell, Vätternvårdsförbundet
80	-04	*Gruvvattenrening med hjälpav aningsrik sand*	Katarina Andersson, Högskolan i Kalmar
81	-04	*Näringsvävsmodellering i Vättern,*	I. Dahl, S. & Rosenqvist C. Uppsala Universitet
		I. Näringsvävsmodellering i Vättern	
		II. En näringsvävsanalys för att undersöka storrödingens tillbakagång i Vättern.	II. Setzer, M. Högskolan i Skövde
82	-04	*Rödingens lekplatser och överlevnad vid återutsättning av fisk.*	Eklöv. A. ; Essvik B
83	-04	*Påväxtalger i Vättern 2002*	Bengtsson R. IVL Svenska Miljöinst.AB
84	-04	*Årssrift 2004*	Ed: M. Lindell, Vätternvårdsförbundet
85	-05	*K0onsekvensklassificering för Vättern*	Liljegren A. Vägverket Konsult
86	-05	*Undervattensvegetation i Vättern*	Palmgren M. Klockargårdens film Olsson A.
87	-05	*Kräftprovfiske i Vättern 2003*	Ljung, M. Länsstyrelsen i Jönköping

Referenslista

[1] Vattenvårdsplan för Vättern 1970.
[2] Vättern Vatten Vård, översyn. Vätternvårdsförbundet. 1979
[3] Konferens B, Konferens i anslutning till Kommittén för Vätterns vattenvårds 30-årsjubileum. Elmia Water 1987. Onumrerad rapport i Vätternvårdsförundet. 1987.
[4] Förutsättningar att bilda vattenförbund för Vättern och dess tillrinningsområde. Vätternvårdsförbundet. 1980.
[5] Vättern 90, Vattenvårdsplan för Vättern, Vätternvårdsförbundet 1990.
[6] Rapport 8. Vätterns Geologi. SGU. Vätternvårdsförbundet.
[7] Magnusson et al. (1962): Beskrivning till karta över Svergies berggrund. SGU.serie Ba16, Stockholm.
[8] Henriques, 1964. Geology and ores of the Åmmeberg district (Zinkgruvan), Sweden. Kungl. Sve. Vet. Ak. 4(1)
[9] John O Norrman. 1964. PhD thesis. Lake Vättern, Investigations on shore and bottom morphology. Uppsala Universitet
[10] Håkansson & Ahl 1976. Vättern – recenta sediment och sedimentkemi. Naturvårdsverket. PM 740.
[11] SMHI. Vattenståndsmätningar i Vättern. Väder och vatten 1/2001. 2001.
[12] Data från tidskriften Kyrkstöten 2:2000
[13] Historiska våtmarker - våtmarkers utbredning från 1800-talet och framåt i några avrinningsområden i Västra Götaland. Rapport 2004:17. Länsstyrelsen i Västra Götaland.
[14] Dom 580409 i Mål AD 51/1946
[15] Biotopkartering av Vätternbäckar. Remissversion. Länsstyrelsen i Jönköping. 2004.
[16] Rapport 43. Vättern 96, Vätternvårdsförbundet ,
[17] Miljöbalken 1998:808
[18] Naturvårdsverkets allmänna råd om vattenskyddsområden (till 7 kap. 21, 22 och 25 §§ miljöbalken); NFS 2003:16
[19] 7 kap. 22 § miljöbalken.
[20] Rådets direktiv 79/409/EEG
[21] Rådets direktiv 92/43/EEG
[22] Rapport 75. Paleolimnologiska studier i Vänern och Vättern 2001. Vätternvårdsförbundet,
[23] FN:s konvention om biologisk mångfald (UN Convention on Biological Diversity, CBD), 1992.
[24] Rapport 62. Fiske och fiskar i Vättern.
[25] Ståhlberg N. 1938. Norra Vätterns *Characévegetation*. Botaniska notiser 1938.
[26] Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG
[27] Rapport 61: Program för samordnad miljöövervakning av Vättern och dess tillflöden 2001-2006.
[28] Rapport 34. Vättern – en unik sjö med en unik fauna.
[29] Gärdenfors, U (ed): 2000. Rödlistade arter i Sverige. Artdatabanken , SLU Uppsala.
[30] Rapport 87. Kräftprovfiske i Vättern 2003. Vätternvårdsförbundet. 2004.
[31] Josefsson & Andersson. The environmental consequnesces of alien specises in the Swedish lakes Mälaren, Hjälmaren , Vänern och Vättern. Ambio 2001. 8:514-521
[32] Resurs och miljööversikt 2004. Fiskeriverket.
[33] Vätternvårdsförbundet 1991: Glacialrelikter i vättern
[34] Rapport 72. Vitmärlans reproduktion i Vänern och Vättern 2002. (se även Rapport 54, 67)
[35] Se www.vattern.se
[36] Se www.vattern.org
[37] Rådets direktiv 1976/160//EEG
[38] http://badplatsen.smittskyddsinstitutet.se/BadNet/index.htm
[39] SCB, Statistiska meddelande. MI50 SM0202. Bebyggelsepåverkad kust och strand.
[40] Vätternvårdsförbundets rapport 49,58, 60, 78
[41] Rapport 63. Spridningsmodell för Vättern Seatrack Vättern. Vätternvårdsförbundet.
[42] Rapport 70. Teoretisk bedömning av emissioner från utombordsmotorer i Vättern. Vätternvårdsförbundet.
[43] www.ma.slu.se
[44] Wilander & Persson. Recovery from Eutrophication: Experiences of reduced phosphorus input to the four largest lakes of Sweden. Ambio 2001, 30:8. sid 475-485.
[45] Rapport 46. Modellering av näringsämnen i Vätterns tillrinningsområde.
[46] Anpassning av TRK-systemet från nationell till regional nivå samt scenarieberäkningar för kväve – tester för Motala ström. Länsstyrelsen i Östergötland nr 94. 2004
[47] Bedömningsgrunder för miljökvalitet – Sjöar och vattendrag. Naturvårdsverket. 1999. Rapport 4913.
[48] Rapport 79. Årsskrift 2003. Vätternvårdsförbudnet
[49] Wetzel R.G. 2001. 3rd Ed. Limnology, Lake and River Ecosystems. Academic Press.

[50] Naturvårdsverket Allmänna råd 90:4
[51] Rapport 67. Effekter på vitmärlans reproduktion i Vättern (2002).
[52] Rapport 73. Miljögifter i fisk 2001/2002.
[53] Rapport 39. Metaller i Vättern: Tillförsel och källfördelning 1993-95.
[54] Förordning (EG) 466/2001
[55] Monitoring of persistent organic pollutants (POPs: Example from Lake Vättern, Sweden. M. Lindell *et al*. Ambio 2001. 30(8):545-551
[56] Bignert A, Olsson M, Persson W, Jensen S, Zakrisson S, Litzén K, Eriksson U, Häggberg L, Alsberg T. 1998 Temporal trends of organochlorines in Northern Europé, 1967-1995. Relation to global fractionantion, leakage from sediments and international measures. environ. Poll. 99:177-198.
[57] Rapport 74: Miljögifter i blod hos högkonsumenter av Vätternfisk.
[58] Grimvall, A., Borén, H., Jonsson, S., Lundström, U., and Sävenhed, R. 1991. Long-term accumulation and degradation of bleached-plant effluents in receiving waters. In: Environmental fate and effects of bleached pulp mill effluents. Södergren, A. (ed). *Swedish Environmental Protection Agency, Report 4031*: 74-84.
[59] Monitor 16. Organiska miljögifter. Naturvårdsverket
[60] Rapport 55. Åtgärder för minskat kväveläckage till Disevidån.
[61] Rapport 68. Kärrafjärden Åmmeberg – Läckage av tungmetaller från deponi.
[62] Rapport 80. Gruvvattenrening med hjälp av anrikningssand.
[63] ITM 1994
[64] Rapport 56. Bly –förekomst och fördelning i naturen. Mattias Bäckström, örebro Universitet
[65] Mattias Bäckström, 2002. On the chemical state and mobility of lead and other trace elements at the biogeosphere/technosphere interface. PhD thesis, Örebro Universitet 2002.
[66] Rapport 66. Industripåverkan på fisk i Vättern
[67] Rapport 49. Konsekvensklasificering för Vättern, samt Rapport 58 : Konsekvensklassificering för Vättern område sydväst.
[68] Rapport 60. Konsekvensklassificering för Vättern, region Väst
[69] Rapport 78. Konsekvensklassificering för Vättern, region Mälardalen
[70] SFS 1994:1716
[71] Rödingens lekplatser och överlevnad vid återsutsättning. Vätternvårdsförbundet rapport 82. 2004.
[72] Förstudie för konsekvensklassificering för Vättern. Vätternvårdsförbundet Rapport 37. Konsekvensklassificering för Vättern. Vätternvårdsförbundet Rapport 49. Konsekvensklassificering för Vättern, område sydväst. Vätternvårdsförbundet Rapport 58. Konsekvensklassificering för Vättern, region Väst, Vätternvårdsförbundet Rapport 58. Konsekvensklassificering för Vättern, region Mälardalen. Rapport 78
[73] Remiss 040501; Biotopkartering av Vätterns tillflöden. Länsstyrelsen i Jönköping
[74] Handboken för Miljöövervakning.; http://www.naturvardsverket.se/dokument/mo/hbmo/del3/sotvatten/biotopkart.pdf
[75] Rapport 65. Trafikens miljöbelastning på Vättern. Vätternvårdsförbundet.
[76] Rapport 77. Vägtrafikrelaterade föroreningars spridning till Vättern och dess tillflöden. Vätternvårdsförbundet.
[77] Vägverkets hemsida, www.vv.se