

**Nacka kommun  
Dagvattenhantering för  
Sickla Köpkvarter  
– en fördjupad studie av  
effekter på Kyrkviken  
och Järlasjön**



Jonas Andersson, Peter Ridderstolpe, Sten-Åke Carlsson, Daniel Stråe och Rickard Olofsson

WRS Uppsala AB & Vattenresurs AB

2008-05-30

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>BAKGRUND</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>KOMMUNALA OCH REGIONALA MÅL SOM BERÖR JÄRLASJÖN OCH KYRKKVIKEN</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>FÖRDJUPAD KARAKTÄRISERING AV JÄRLASJÖN OCH KYRKKVIKEN</b> .....	<b>6</b>
3.1	GENOMFÖRDA BERÄKNINGAR OCH UNDERSÖKNINGAR .....	6
3.2	AVRINNINGSOMRÅDETS GRÄNSER OCH DELAR .....	7
3.3	HYDROLOGI – NEDERBÖRD, AVRINNING, FLÖDEN OCH OMSÄTTNINGSTID.....	8
3.4	NÄRINGSSTATUS OCH NÄRINGSBELASTNING .....	9
3.5	TUNGMETALLER I SEDIMENT OCH TILLFÖRSEL VIA DAGVATTEN .....	16
3.6	ORGANISKA FÖRORENINGAR I SEDIMENT OCH TILLFÖRSEL VIA DAGVATTEN .....	19
3.7	SMITTÄMNEN.....	21
3.8	SAMMANFATTANDE KARAKTÄRISERING OCH DISKUSSION.....	21
<b>4</b>	<b>BEDÖMNING AV PÅVERKAN FRÅN SICKLA KÖPKVARTER</b> .....	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>TOLKNING AV JÄRLASJÖNS OCH KYRKKVIKENS ”SOCIALA VÄRDE”</b> .....	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>FÖRSLAG TILL KRAVSPECIFIKATION</b> .....	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>MÖJLIGA DAGVATTENÅTGÄRDER</b> .....	<b>27</b>
<b>8</b>	<b>VÄRDERING AV NOLLALTERNATIVET OCH DE OLIKA FÖRSLAGSALTERNATIVEN ENLIGT FÖRESLAGEN KRAVSPECIFIKATION</b> .....	<b>30</b>
8.1	NOLLALTERNATIVET – DAGVATTENUTSLÄPP SOM IDAG .....	30
8.2	ALTERNATIV 1 – URSPRUNGLIGT FÖRSLAG TILL SKÄRMBASSÄNG (WSP) .....	31
8.3	ALTERNATIV 2 – MODIFIERAT FÖRSLAG TILL SKÄRMBASSÄNG I KOMBINATION MED ÅTGÄRDER INOM SICKLA KÖPKVARTER .....	33
	<b>SAMMANFATTANDE SLUTSATSER</b> .....	<b>34</b>
	<b>BILAGOR</b> .....	<b>35</b>

Bilaga 1. Markanvändning inom Järlasjöns näavrinningsområde samt schablonhalter och beräkningstabeller för flöden, föroreningar och närsalter i dagvatten

Bilaga 2. Provtagningsområden Järlasjön

Bilaga 3. Provtagningsbeskrivning och provtagningsprotokoll med kommentarer för Järlasjön och Dammtorpsjön

Bilaga 4. Idéskiss modifierad skärmbassäng

Bilaga 5. WSP:s förslagna skärmbassäng (tidigare bilaga 2)

Bilaga 6. Analysprotokoll tungmetaller och org. föreningar i sediment

Bilaga 7. Fosforinnehåll i bröd

# 1 Bakgrund

Utvecklingen och omvandlingen av Sickla industriområde till Sickla köp kvarter har pågått sedan 1997 då fastigheten köptes från Atlas Copco. Förnyelsen har inneburit en omfattande modernisering av byggnaderna inom fastigheten och att ett mindre antal byggnader rivits. Sickla Industrifastigheter KB som äger fastigheten har målsättningen att fortsätta utveckla området med om-, till- och nybyggnader enligt gällande byggrätter vilka medger ytterligare 6900 m<sup>2</sup> bruttototalyta. En ny detaljplan för att bekräfta genomförd och pågående utveckling på fastigheten har antagits av kommunfullmäktige (antagen 4 februari 2008, men överklagad till Länsstyrelsen).

Förändringen med tillkommande byggnader, parkeringsytor, parkeringshus och tillfarter, har lett till en ökad hårdgörning av området, vilket i sin tur medfört överbelastning av den äldre dagvattenledningen (som mynnade strax ovanför botten i Kyrkvikens inre del i Järlasjön). Problem har uppstått i samband med kraftiga regn och snösmältning, bland annat under 2006. Nya ledningar med högre kapacitet, vilka mynnar i vattenbrynet i den nordvästra delen av viken, har därför anlagts.

Parallellt med det pågående omvandlingsarbetet har Nacka kommun bedrivit ett arbete för att försöka förhindra oönskade utsläpp av föroreningar via avrinnande dag- och grundvatten till Kyrkviken och Järlasjön. Marken inom den tidigare industrifastigheten är delvis förorenad. Det gäller särskilt de östra delarna som utgörs av fyllnadsmassor. Föroreningar från fastigheten misstänks genom åren ha läckt ut i Kyrkviken. I samband med omvandlingen av området har omfattande saneringsarbeten gjorts, men marken är fortfarande delvis förorenad. Infiltration av dagvatten har därför bedömts medföra risk för uttransport av föroreningar till Kyrkviken och Järlasjön och har generellt inte tillåtits i området.

I samband med nybyggnation av parkeringsytor har sandfång och oljeavskiljare installerats. För att nå längre gående rening av detta vatten, liksom rening av dagvatten från övriga ytor, har en dagvattenreningsanläggning planerats för nere i Kyrkviken. Att förlägga en reningsanläggning inom området har bedömts vara orimligt eftersom endast mycket begränsade ytor för ev. åtgärder finns tillgängliga där.

Ett förslag till en sjöförlagd reningsanläggning i form av en s.k. ”skärmbassäng” eller ”dunkersanläggning” i syfte att rena allt dagvatten från området har därför utarbetats av WSP<sup>1</sup> på uppdrag av kommunen.

Förslaget har emellertid mött motstånd hos närboende. Man anser att bassängen är skrymmande och att det finns risk för att Kyrkvikens vattenkvalitet påverkas negativt genom uppgrundning och igenväxning. Man anser också att andra alternativ borde finnas som kan minska föroreningarna på ett för Kyrkviken mer skonsamt och effektivt sätt.

För att kunna belysa konsekvenserna av nuvarande förslag och eventuella alternativa åtgärder har Nacka kommun uppdragit åt WRS Uppsala AB att undersöka Järlasjöns tillstånd i sin helhet och försöka klargöra vilka faktorer som styr tillståndet i sjön. Alternativa förslag på anläggning liksom förslag på kompletterande åtgärder har också ingått i uppdraget att ta fram.

---

<sup>1</sup> WSP Samhällsbyggnad. Utredning – Nacka kommun, Kyrkviken. Skärmbassäng för rening av dagvatten. 2007-10-22

Uppdraget har utförts av Jonas Andersson, Peter Ridderstolpe, Daniel Stråe och Rickard Olofsson, samtliga från WRS Uppsala AB, i samarbete med Sten-Åke Carlsson från Vattenresurs AB.

## 2 Kommunala och regionala mål som berör Järlasjön och Kyrkviken

Järlasjön är Nacka kommuns största sjö (84 ha; 9,4 m medeldjup; ca 8 milj. m<sup>3</sup>; sjönr. 61/62:2) och ingår i Sicklaåns sjösystem som rinner ut i Hammarby sjö. Sjön har förutom den djupa huvudbassängen i västra/centrala delen två mindre och grundare bassänger i den östra delen. Numera är sjön näringsrik, men eftersom det är en djup sprickdalssjö har den ursprungligen sannolikt varit relativt näringsfattig. I modern tid har Järlasjön fått motta föroreningar från hushåll och industrier, varför både näring och tungmetaller har ansamlats i sediment, särskilt utanför Järsla industriområde (nuvarande Järsla Sjö). Sjön omges framförallt på den norra sidan av stora exploaterade områden med bostäder, vägar, handel och industrier. Härifrån kommer stora mängder förorenat dagvatten. Från spillvattennätets pumpstationer inträffar i sällsynta fall bräddningar till sjön i samband med högflödessituationer. Tillförsel av näring sker också från uppströms liggande sjöar. De näringsrika sedimenten i sjön avger dessutom fosfor till vattnet. Den djupa sjön är kraftigt skiktad sommartid vilket gör att ytvattnet sällan kommer i kontakt med det näringsrika och förorenade bottenvattnet. Trots det inträffar kraftiga algbloomningar.

Kyrkviken är en djup och öppen vik i nordvästra delen av Järlasjön. Viken är ca 450 m lång och 100 m bred. Vattendjupet i den inre delen är ca 1-1,5 m och i den yttre 6-8 m. Det relativt stora djupet och avsaknaden av tröskel mot Järlasjöns huvudbassäng gör att vattenutbytet bör vara gott. Vattenkvaliteten bedöms således inte enbart påverkas av tillrinnande vatten till Kyrkviken, utan även i hög grad av tillståndet i Järlasjön som helhet.

Utmed vikens södra strand ligger ett antal villor med privata vattenområden vilka upptar ca två tredjedelar av vikens yta. Den norra delen av viken är kommunal liksom den norra stranden där ett smalt grönområde och GC-väg ligger mellan sjön och Järlaleden. Det smala promenad- och cykelstråket ligger vackert beläget utmed vattnet. I strandkanten växer fina pilar (se foto på nästa sida). Trafiken och bullret från Järlaleden påverkar dock upplevelsen av strandpromenaden negativt.

Avrinningen från omgivande marker (huvudsakligen väster om Kyrkviken) har historiskt letts i ett dike som mynnat i vikens inre del. På Häradsekonomiska kartan från 1900-talets början var markerna väster om viken våtmarker och längre väster ut låg åkermark som dränerades mot viken. Fortfarande på 1950-talet leddes avrinningen i ett öppet dike. Så småningom kulverterades diket och efter att avrinningsområdet hårdgjorts har avrinningen kommit att domineras av dagvatten.



**Figur 1. Kyrkvikens norra strand och de nya dagvattenledningarnas mynningar.**

I Nacka kommuns dagvattenstrategi (januari 2008) refereras till översiktsplanen från 2002, där Järlasjön bedömts vara en av kommunens sjöar med stort ”socialt värde”, ett värde som sägs kunna äventyras av att sjön nyttjas för konkurrerande ändamål. Målsättningen för sjön är att öka dess rekreativa värde. Tillförseln av vattenburen fosfor, kväve och föroreningar ska minskas genom ökat lokalt omhändertagande av dagvattnet. Inom bebyggelseområdena ska hårdgjorda ytor minimeras och planterade ytor maximeras. Vid om- och nybyggnad av hus ska material väljas som inte tillför dagvattnet ytterligare föroreningar.

I dagvattenstrategin klassas Järlasjön som ”känslig” för mänsklig påverkan, den mellersta av tre känslighetskategorier där de två andra är ”mycket känslig” och ”mindre känslig”. För kategorin ”känsliga” sjöar ska man enligt strategin rena dagvatten som har måttliga till höga föroreningshalter, medan rening inte behöver ske av dagvatten med låga halter.

Exempel på markanvändning som enligt dagvattenstrategin normalt sammanfaller med måttliga till höga föroreningshalter i dagvattnet är flerfamiljshusområden (måttliga), centrumområden och industriområden, samt trafikleder med över 15 000 fordon per dygn.

Av regionala mål bedöms endast målet att all matfisk som fångas i Stockholms län senast år 2010 ska vara tjänlig som människoföda direkt beröra Järlasjön. Indirekt berör målet ingen övergödning av länets kustvatten även sjösystem som sjöarna i Sicklaåns sjösystem, eftersom överskott av fosfor (och ev. kväve) som tillförs dessa sjöar så småningom hamnar i kustvattnen. Målet innebär att utsläppen av fosfor från mänskliga aktiviteter till länets kustvatten ska minska med 15 procent från 1995 års nivå till 90 ton år 2010.

Kommunens strategi för sjön har hittills inriktats mot uppströmsarbete, främst i Ältasjön, för att minska näringsbelastningen från tillrinnande vatten.



### 3 Fördjupad karaktärisering av Järlasjön och Kyrkviken

#### 3.1 Genomförda beräkningar och undersökningar

Bestämning av Järlasjöns näavrinningsområde och kartering av markanvändningen har gjorts utifrån kommunens topografiska kartunderlag och kartor över dagvattenledningsnätet (översiktliga) samt material från tidigare utredningar<sup>2</sup>. Även webbaserade kart- och flygfototjänster har utnyttjats. För klassificering av vägar utifrån trafikmängder har uppgifter från Vägverket och kommunen använts. Utifrån kategoriserad markanvändning och nederbördsdata från SMHI har sedan schablonberäkningar för tillförseln av näring och föroreningar via dagvattnet gjorts. Uppdaterade schablonhalter och avrinningskoefficienter från beräkningsprogrammet StormTac har använts<sup>3</sup>. Även kontrollberäkningar för delavrinningsområdet vid Sickla Köpkvarter har gjorts.

För hela Sicklaåns sjösystem exklusive Sicklasjön har beräkningar för fosfor gjorts.

Sediment- och vattenprover har tagits i Järlasjön och Dammtorpssjön i april 2008.

Provtagningen har utförts av Roger Huononen och Assar Åhlander, Yoldia Environmental Consulting AB. Provtagningen gjordes med Kajakhämtare. Ett replikat av respektive prov har frysts ned för att möjliggöra eventuella ytterligare analyser. I Järlasjön togs sedimentprover i tre områden: 1) Kyrkviken på 4,5 m djup, 2) mitt emellan Kyrkviken och djuphålan på 12 m djup, och 3) i djuphålan på 23 m djup. I samtliga tre områden togs ett samlingsprov från fem provpunkter (sedimentproppar). Provområdena i Järlasjön framgår av bilaga 2. Analyser med avseende på tungmetaller, oljerelaterade parametrar och andra organiska föroreningar har gjorts av ALcontrol, medan fosforfraktionering (bestämning av fosforföreningar) har gjorts av Erkenlaboratoriet.

I Dammtorpssjön har ett samlingsprov av sedimentet tagits för vardera norra respektive södra delen. Samlingsproverna i Dammtorpssjön skapades från 3 st provpunkter då detta bedömts ge en representativ bild av sedimentets fosforinnehåll. Detaljer i provtagning och provhantering, liksom okulära observationer av sediment (provtagningsprotokoll) framgår av bilaga 3.

Ett fältbesök har gjorts i Sickla köpkvarter med syfte att försöka identifiera möjligheter till förbättrad dagvattenhantering genom åtgärder för påsläpps- och/eller utsläppskontroll (materialval, utformningsdetaljer, platser för reningsanläggningar, etc.)<sup>4</sup>.

Frågan om fågelmatningens påverkan på Järlasjön har varit föremål för diskussion. En mindre litteratursökning om påverkan av fågelmatning på sjöar med avseende på näring och dess eventuella ekosystemeffekter har därför gjorts.

---

<sup>2</sup> WSP, 2007. Utredning – Nacka kommun, Kyrkviken. Skärmbassäng för rening av dagvatten.

<sup>3</sup> [http://www.stormtac.com/page2\\_stormtac.htm](http://www.stormtac.com/page2_stormtac.htm)

<sup>4</sup> Med "påsläppskontroll" avses åtgärder för att minimera uppkomst av dagvatten och föroreningar som måste avledas i dagvattenledningar. Utsläppskontroll avser åtgärder för rening av dagvattnet i anslutning till utsläppspunkten.

## 3.2 Avrinningsområdets gränser och delar

Beskrivningarna av de övre sjöarna i Sicklaåns sjösystem i detta avsnitt härrör från kommunens egna beskrivningar av sjöarna. Texterna är delvis bearbetade, delvis desamma. För en karta över sjösystemet, se figur 2.

### Ältasjön

Ältasjön har en yta på 79 ha är den översta sjön i Sicklaåns sjösystem. Tillrinningsområdet upptas huvudsakligen av skogsmark och villaområden. Drygt 2 km av den starkt trafikerade Tyresövägen passerar genom tillrinningsområdet. Det största djupet är 4,5 m och sjön är väl omblandad under den isfria tiden. Ältasjön är näringsrik och fosforinnehållet är stort, ca 70 µg/l. Siktdjupet är litet och klorofyllhalterna höga. Badvattenkvaliteten är dock god och metallhalterna i sedimentet är låga. Signalkräftor har planterats in efter 1984 i sjön. Utflödet sker via Ältaån (Sicklaån) till Söderbysjön och Dammtorpssjön och vidare till Järlasjön via Nacka ström.

### Ulvsjön

Ulvsjön är en liten sjö, ca 6 ha stor, belägen norr om Ältasjön. Tillrinningsområdet utgörs av bebyggelse och skog. Ulvsjön har varit recipient för dag- och spillvatten under flera decennier, vilket har orsakat övergödning av sjön. Först under 80-talet anslöts fastigheterna till det kommunala spillvattennätet. Numera belastas Ulvsjön med dagvatten från Kolarängen.

### Söderbysjön

Söderbysjön är nästa sjö i systemet och den övre delen av områdets Natura 2000-objekt. Sjön är 15 ha stor. Avrinningsområdet består mestadels av skog, men sjön har under en lång tid mottagit förorenat vatten från Ältasjön och är mera näringsrik än vad den ursprungligen varit. Siktdjupet kan understiga 1 meter på grund av algblomningar. Fosfor- och kvävehalterna är höga. Syrebrist har tidvis orsakat svavelvätebildningar på bottenvattnet med fiskdöd som följd. Signalkräftor har nyligen planterats in.

### Dammtorpssjön

Dammtorpssjön är den nedre delen av Natura 2000-objektet. Sjön är 16 ha stor. Sjön har tillkommit genom en uppdämning av övre delen av Nacka ström på 1500-talet. Dammtorpssjön är mycket näringsrik med såväl höga fosforhalter som kvävehalter. Syrebrist drabbar ofta sjöns bottenvatten och leder till att näringsämnen frigörs från sedimenten. Vintertid kan syrebristen omfatta hela vattenmassan i sjön. Fiskbeståndet utgörs främst av mört, sutare och andra karpfiskar. Spegelkarp finns inplanterad i sjön.

### Källtorpssjön

Källtorpssjön är 40 ha stor. Sjön mottar inget vatten från de uppströms sjöarna, utan avrinningsområdet utgörs nästan enbart av skogsmark. Sjöns fosfor- och kvävehalter klassas som måttliga, och även siktdjupet är måttligt (2,5-5,0 m). Syrebrist uppträder sällan ovanför 6 m djup. Förutom Källtorpssjöns grundare vikar har sjön gles vegetation, då stränderna mest består av kala berghällar. Fiskbeståndet består av bl.a. abborre, gädda, mört samt inplanterad ädelfisk. Utloppet sker till Dammtorpssjön.

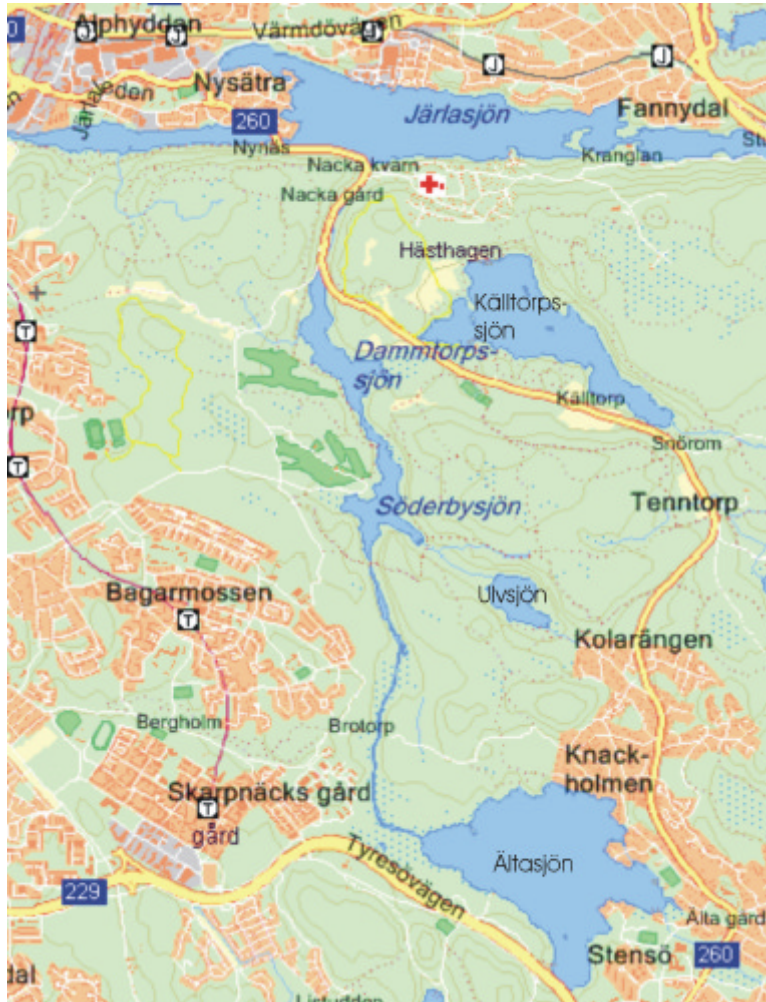
### Järlasjön

Järlasjön är 84 ha och Nacka kommuns största sjö. Näravrinningsområdet upptar ca 422 ha eller 4,2 km<sup>2</sup>. Hela avrinningsområdet upptar ca 24 km<sup>2</sup>. Sjön ligger centralt i näravrinningsområdet som förutom sjöytan domineras av villaområden och skogsmark. De bebyggda delarna omfattar: Sickla köp kvarter, Alphyddan, Finntorp, Järsla, en del av området

---

Nacka kommun, Dagvattenhantering för Sickla Köp kvarter – en fördjupad studie av effekter på Kyrkviken och Järlasjön, WRS Uppsala AB & Vattenresurs AB, 2008-05-30

vid Nacka Gymnasium och en kortare sträcka av Värmdöleden, området med Nacka kommunhus, södra delarna av Nacka centrum, Järsla Sjö-området, samt villaområdena Storängen, Lillängen, Fannydal, Nysätra och Hästhagen. Avrinningsområdet begränsas i öster av Saltsjöbadsleden (väg 228) och i sydväst av Ältavägen (väg 260). Mot söder utgörs vattendelaren av berget mellan Järslasjön och Källtorpssjön. En karta över närravrinningsområdet och markanvändningen återfinns i bilaga 1, liksom tabeller med uppgifter om arealer, schablonhalter, mm.



Figur 2. Karta över Sicklaåns sjösystem

### 3.3 Hydrologi – nederbörd, avrinning, flöden och omsättningstid

Nederbörden i området har uppskattats till 591 mm/år med utgångspunkt från SMHI:s referensnormal utgåva 2, nr 99, 2001, för Stockholm (stationsnr. 9821), 1961-1990. Tabellvärdet på 539 mm/år har schablonmässigt justerats för mätfel i enlighet med information SMHI:s hemsida.

Avrinningen är enligt SMHI:s statistik från 1961-90, 204 mm/år. Det finns stora lokala variationer i avrinningsområdet. Avrinningen väster om området är endast 142 mm/år medan det är ca 220 mm söder om Stockholm.



Järlasjön har en yta av 83,5 ha och ett avrinningsområde som är 21 km<sup>2</sup>. En djuplodning av sjön har skett och djupkartan redovisas i bilaga 2. Volymen har beräknats till ca 8 Mm<sup>3</sup>. Medeldjupet är 9,4 m. Med SMHI:s avrinning på 204 mm/år blir medelomsättningstiden ca 2 år. Det handlar alltså om en omsättningstid som är så lång att sjön är känslig för föroreningar. Järlasjöns utlopp har ett teoretiskt medelflöde av 0,1 m<sup>3</sup>/s. Av denna avrinning kommer 0,04 m<sup>3</sup>/s från Ältaån/Nackaån.

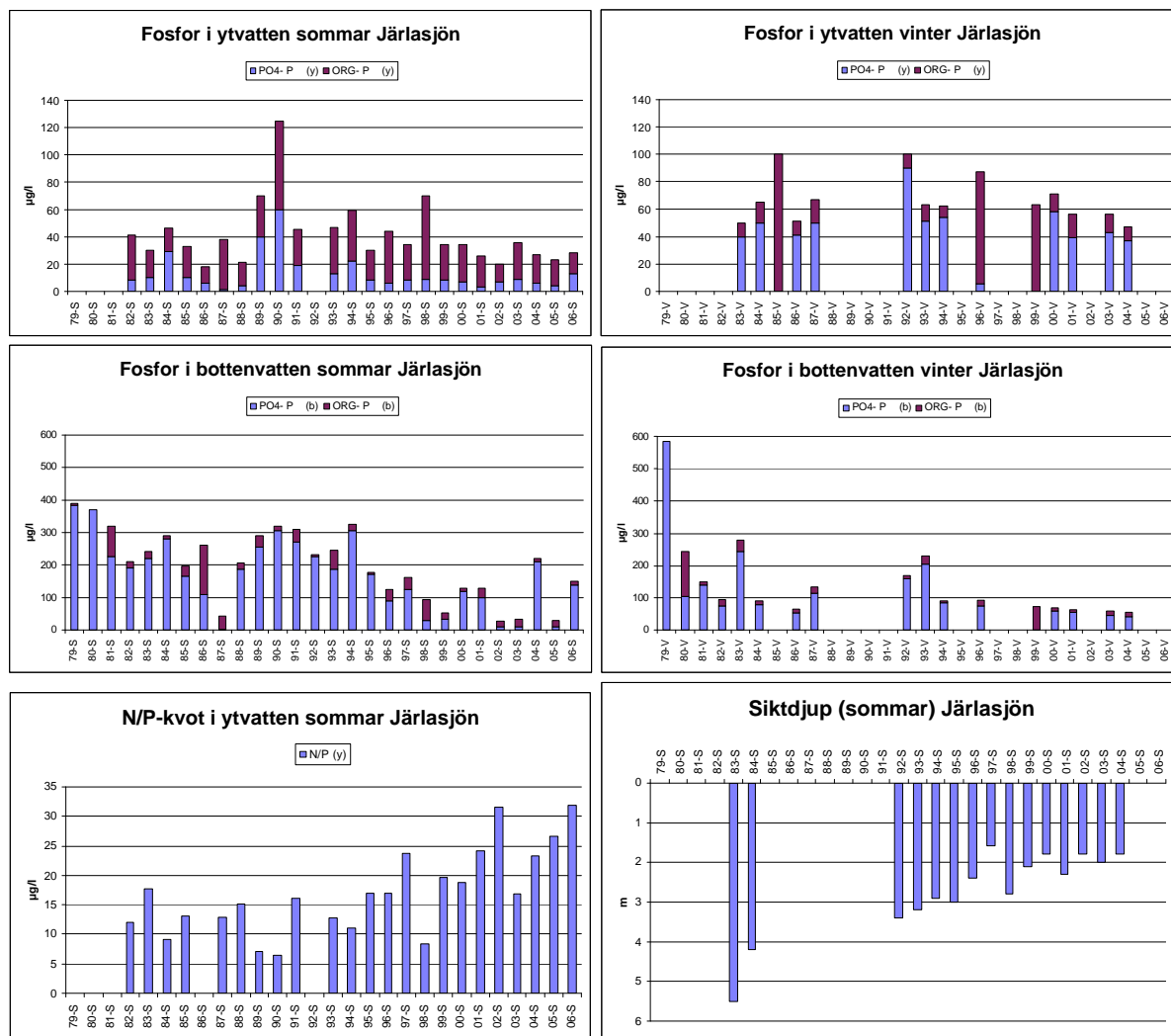
### 3.4 Näringsstatus och näringsbelastning

#### **Järlasjön**

Järlasjön har provtagits inom ramen för Nacka kommuns recipientkontroll sedan slutet av 1970-talet. Data därifrån har ställts samman i figur 3 nedan. Därutöver har sedimentprover tagits inom ramen för detta uppdrag för att klargöra fosforns fördelning i olika fraktioner i sedimentet. Samtidigt togs också en profil med vattenprov i sjöns centrala bassäng. Dessa prover redovisas i tabell 1. Resultatet av den fraktionerade fosforanalysen redovisas i tabellerna 2a och 2b.

Resultaten från Nacka kommuns recipientkontroll visar en näringsrik sjö som långsiktigt håller på att tömma sedimenten på fosfor. En förbättring av vattenkvalitén i uppströms liggande vatten har medfört en förbättring av vattenkvalitén i Järlasjön – en process som fortgår. Detta kan tydligt utläsas från analysresultaten i figur 3. Fosforhalterna har sjunkit i bottenvattnet under mätperioden 1979-2006. Även fosforhalterna i ytvattnet visar på en svag tendens till förbättring från 1990 till idag. Man har en tydlig årscykel med högre halter under vintern och lägre på sommarn. Det är internbelastningen från sedimenten som ger denna höjning (se avsnitt längre ner om sedimenten).

Siktdjupet har inte följt samma positiva trend, utan tycks tvärtom ha försämrats, vilket är oväntat. Det kan ha främst två orsaker. En kan vara att fiskartssammansättningen har förändrats så att zooplanktonätande fisk (främst Cyprinider, populärt ”vitfisk”) gynnats, vilket beskattar zooplanktonbeståndet så hårt att växtplanktonsamhället ökar i biomassa så att siktdjupet minskar. En annan kan vara att zooplanktonsamhället störts av giftiga ämnen. Tidigare utförda provfisken har visat att fiskbeståndet består av bl.a. gädda, abborre, braxen, björkna, mört, sarv, sutare, ruda och löja. Ett provfiske skulle kunna ge svar i frågan.



Figur 3. Fosforhalter, kväve/fosforkvot och siktdjup i Järlasjön utifrån kommunens recipientkontroll.

I en fraktionerad fosforanalys lakas fosfor ut ur provet i olika steg – från vatten till syra. Det innebär att fosfor analyseras som löst bunden (utlakbar i vatten), organiskt bunden, Fe-bunden, Al-bunden och Ca-bunden. Detta klagör hur hårt bunden fosfor är och vilken risk det finns att den kan frigöras för biologisk produktion.

Den lätt tillgängliga fosfor finns i sedimentets porvatten och är direkt tillgänglig för växtproduktion. Organiskt bunden fosfor blir tillgänglig när det organiska materialet bryts ner. Järn-, aluminium- och kalciumbunden fosfor är olika hårt bundna. Järnbunden fosfor kan bli tillgänglig vid syrgasbrist då bindningen släpper. Detta sker t ex i sediment i syrgasfri miljö. Aluminium och kalciumbunden fosfor är mycket hårt bunden.

De uppmätta fosforhalterna i sedimenten är typiska för en näringsrik sjö. Räkna man med medelvärdena av ytsedimentet är den potentiellt tillgängliga mängden fosfor i Järlasjön ca 1400 kg. Den lösliga delen var trots att sjön var i cirkulation vid provtagningstillfället fortfarande ca 100 kg som sannolikt till stor del kommer att tillföras bottenvattnet senare under våren/sommaren. En anseilig del av fosfor i vattenmassan har sannolikt sitt ursprung i sedimenten.

Mängden fosfor i vattenmassan var ca 400 kg vid provtagningstillfället, vilket tycks vara normalt under den tiden av året utifrån Nacka kommuns provtagning. Senare under året sjunker halterna ner mot 30 µg/l vilket motsvarar drygt 200 kg i vattenmassan. Det extra tillskottet från sedimenten som frigörs under vintern skulle kunna utgöra dessa 200 kg. Internbelastningen från sedimenten uppskattas därför till ca 200 kg.

Om man jämför fosforhalterna i sedimentet i områdena 1-3, från Kyrkviken och mot de centrala djupa delarna, uppvisar Järlasjön ett ”skolexempel” på hur transporten av organiskt material sker mot djupbotten. Avsaknad av den lättlösliga organiska fraktionen i Kyrkviken på 5-10 cm visar att vattenomsättningen i viken är så hög att sedimenten ”tvättas ur”. Tillförseln till Kyrkviken lagras i den centrala delen av sjön. Även vattenhalten är lägre, något som både kan bero på ett förhållandevis stort tillskott av minerogent material via dagvatten och på uttransport av finmaterial ur viken mot större djup.

Analysen visar att det finns potential för ytterligare utlakning ur sedimenten men kommunens provtagning visar också att fosforhalterna i bottenvattnet sjunkit under senare år. För att få bättre klarhet i Järlasjöns förhållanden borde vattenprovtagningsprogrammet utökas.

**Tabell 1: Fosforhalter i Järlasjön i en djupprofil, vattenprovtagning den 18 april 2008**

Prov- område	Djup (m)	Total-fosfor (µg/l)	Fosfat-fosfor (µg/l)	Org. Bunden fosfor (µg/l)	
3	0,5	52	24	28	Antaget att medelhalten i hela vattenmassan var 51 µg/l vid provtagningstillfället var den totala mängden fosfor i vattenmassan ca 400 kg, vilket kan jämföras med potentialen för fosforutflöde ur sedimentet.
	4	50	24	26	
	8	49	25	24	
	16	49	25	24	
	botten	54	26	28	
<i>Medel</i>		51	25	26	

**Tabell 2a: Fraktionerad fosforanalys av Järlasjöns sediment 18 april 2008**

Område	Djup cm	Lätt- löslig µg/g TS	Fe- bunden µg/g TS	Al- bunden µg/g TS	Ca- bunden µg/g TS	Organiskt- bunden µg/g TS	Rest P µg/g TS	TotP sed µg/g TS	Vatten- halt %
1	0,5	5	160	110	450	250	160	1100	85
	andel av tot-p	0,5%	14,5%	10,0%	40,9%	22,7%	14,5%		
1	5-10	0	100	85	480	180	81	930	79
	andel av tot-p	0,0%	10,8%	9,1%	51,6%	19,4%	8,7%		
2	0,5	26	220	170	370	600	300	1700	93
	andel av tot-p	1,5%	12,9%	10,0%	21,8%	35,3%	17,6%		
2	5-10	39	190	230	420	450	200	1500	89
	andel av tot-p	2,6%	12,7%	15,3%	28,0%	30,0%	13,3%		
3	0,5	99	780	380	290	790	350	2700	96
	andel av tot-p	3,7%	28,9%	14,1%	10,7%	29,3%	13,0%		
3	5-10	66	510	350	250	680	290	2100	93
	andel av tot-p	3,1%	24,3%	16,7%	11,9%	32,4%	13,8%		

**Tabell 2b: Mängden tillgänglig fosfor i sedimentet**

Prov- område	Tillgänglig fosfor i sediment		
	g P/m <sup>3</sup> TS	g P/m <sup>3</sup> VS	g P/m <sup>2</sup>
1	217	33	1,6
1	142	31	1,5
2	409	28	1,4
2	340	37	1,8
3	954	42	2,1
3	686	49	2,5

Tillgänglig fosfor definieras som: (100 % lättlöslig + 100 % järnbunden + 50 % organiskt bunden) \* 0,7 (djupkorrektur). Aktiv sedimenttjocklek 0,05 m, sedimentens densitet: 1,01 g/m<sup>3</sup> VS, 1,07 g/m<sup>3</sup> TS

### Dammtorpssjön

I samband med studien av Järlasjön togs också prov i Dammtorpssjöns vatten och sediment. I tabell 3, 4a och 4b redovisas dessa data.

De uppmätta fosforhalterna i sedimenten är typiska för en näringsrik sjö. Räkna man med medelvärdena av ytsedimentet är den potentiellt tillgängliga mängden fosfor i Dammtorpssjön ca 130 kg. Den lättlösliga delen var trots att sjön var i cirkulation vid provtagningstillfället ca 6 kg, en mängd som sannolikt till stor del kommer att tillföras bottenvattnet senare under våren/sommaren. Mängden fosfor i vattenmassan var ca 5 kg vid provtagningstillfället. Högre halter i ytsedimentet än i det djupare tyder på en viss nettofastläggning av fosfor i sedimenten. Fosforhalten i vattnet från Ältasjön har sjunkit något under senare år.

Sett utifrån Järlasjöns perspektiv bedöms inte sedimenten i Dammtorpssjön utgöra något större hot.

Omsättningstiden i Dammtorpssjön är ca 1 månad. Det innebär att vattenkvaliteten till dominerande del styrs av Ältasjöns vattenkvalitet.

**Tabell 3: Fosforhalten i Dammtorpssjöns vatten 18 april 2008**

Provpunkt	Djup (m)	Totalfosfor (µg/l)	Fosfatfosfor (µg/l)	Organiskt bunden fosfor (µg/l)
1	0,5	36	14	22

Om man antar att medelhalten i hela vattenmassan var 36 µg/l vid provtagningstillfället var den totala mängden fosfor i vattenmassan ca 5 kg, vilket kan jämföras med potentialen för fosforutflöde ur sedimentet.

**Tabell 4a: Fraktionerad fosforanalys av Dammtorpssjöns sediment 18 april 2008**

Område	Djup cm	Lättlöslig µg/g TS	Fe-bunden µg/g TS	Al-bunden µg/g TS	Ca-bunden µg/g TS	Organiskt-bunden µg/g TS	Rest P µg/g TS	TotP sed µg/g TS	Vattenhalt %
1	0,5	15	69	86	54	950	790	2000	97
	andel av tot-p	0,8 %	3,5 %	4,3 %	2,7 %	47,5 %	39,5 %		
1	5-10	1	47	100	47	820	510	1500	95
	andel av tot-p	0,1 %	3,1 %	6,7 %	3,1 %	54,7 %	34,0 %		
2	0,5	19	89	96	160	460	350	1200	92
	andel av tot-p	1,6 %	7,4 %	8,0 %	13,3 %	38,3 %	29,2 %		
2	5-10	16	31	56	160	230	270	770	84
	andel av tot-p	2,1 %	4,0 %	7,3 %	20,8 %	29,9 %	35,1 %		

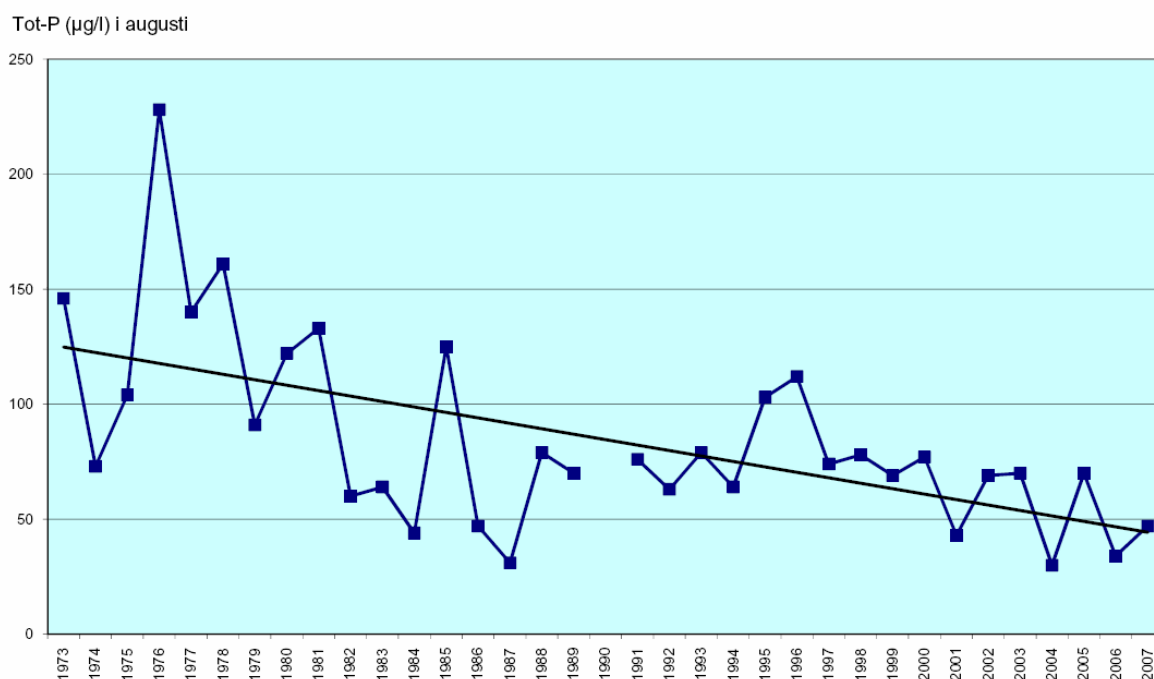
**Tabell 4b: Mängden tillgänglig fosfor i sedimentet**

Prov- område	Tillgänglig fosfor i sedimenten		
	g P/m <sup>3</sup> TS	g P/m <sup>3</sup> VS	g P/m <sup>2</sup>
1	419	12	0,6
1	343	18	0,9
2	253	20	1,0
2	121	19	1,0

Tillgänglig fosfor definieras som: (100 % löslig + 100 % järnbunden + 50 % organiskt bunden) \* 0,7 (djupkorrektion). Aktiv sedimenttjocklek 0,05 m, sedimentens densitet: 1,01 g/m<sup>3</sup> VS, 1,07 g/m<sup>3</sup> TS.

### Järlasjöns avrinningsområde

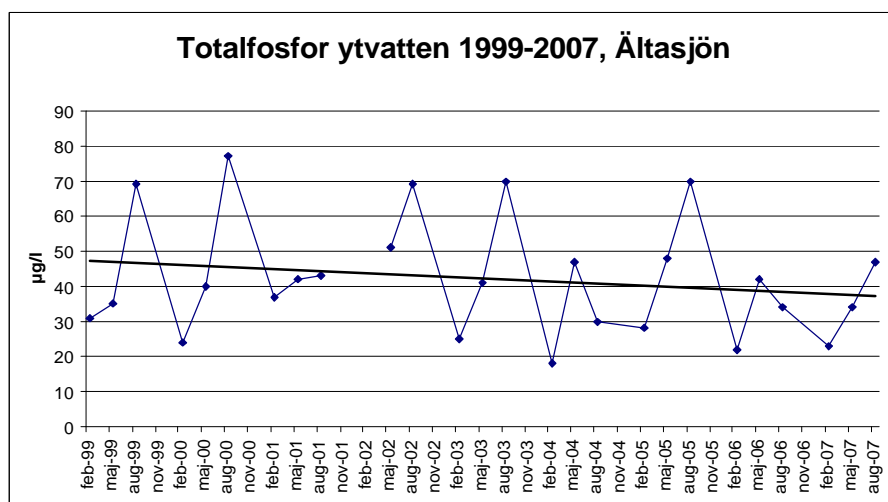
Resultaten från kommunens provtagning i Ältasjön visar på en mycket positiv utveckling av näringsstatusen i sjön. I början av 1970-talet låg totalfosforhalten i ytvattnet sommartid (aug) runt 125 µg/l. Sedan dess har halten sjunkit för att de senaste åren nå ca 50 µg/l (figur 4).



**Figur 4. Totalfosforhalten i ytvattnet i augusti, Ältasjön, 1973-2007.**

Beaktar man även data från övriga delen av året (provtagning 3 ggr/år; februari, maj, augusti) har totalfosforhalten under perioden 1999-2007 sjunkit ca 10 µg/l från knappt 50 till strax under 40 µg/l (figur 5), i medeltal 42 µg/l.





Figur 5. Totalfosforhalter i ytvatten vinter, vår och sommar, Ältasjön, 1999-2007.

I Vattenöversikten för Ältasjön (Vattenresurs, 2000) redovisas en transport av ca 100 kg P per år nedströms. Den transporterade mängden har under de senaste åtta åren sjunkit till hälften, ca 50 kg P. Med samma flöde blir kvävetransporten ca 1300 kg per år.

Nedströms Ältasjön ligger Söderbysjön och Dammtorpssjön. Till Söderbysjön avrinner också Ulvsjön. Vid utloppet från Dammtorpssjön (Nackabäcken) tillrinner även Källtorpssjön. Medelomsättningstiden i Söderbysjön är ca 3 månader och i Dammtorpssjön ca 1 månad. Retentionen i dessa sjöar är liten. Sjöarna styrs alltså av Ältasjöns vattenkvalitet. Grovt kan man alltså anta att ca 50 kg fosfor och 1300 kg kväve tillförs Järlasjön genom Ältaån/Nackaån.

Järlasjöns internbelastning uppskattas till 200 kg beroende på sjöns medelhalt i vattenmassan. Trots detta är det idag en nettofastläggning av fosfor i sjön. Sjön har under senare år tömts på fosfor i bottenvatten och sediment genom minskad extern tillförsel från främst Ältasjön.

Den årliga tillförseln av näringsämnen via atmosfärisk deposition på sjöytan och dagvatten från närravrinningsområdet har schablonmässigt beräknats uppgå till 135 kg fosfor och 2,0 ton kväve (för karta över avrinningsområdet, se bilaga 1). Källfördelningen per markanvändningsslag framgår av tabell 5 nedan. De största bidragen av fosfor beräknas komma från villa-, flerfamiljshus- och handel-/centrumområden. Den atmosfäriska depositionen på den ca 84 ha stora sjöytan uppgår till 15 kg fosfor och 1,2 ton kväve. Kvävebidraget via deposition står för mer än 50 % av tillförseln.

Tabell 5. Källfördelning av fosfor och kväve i avrinningsområdet

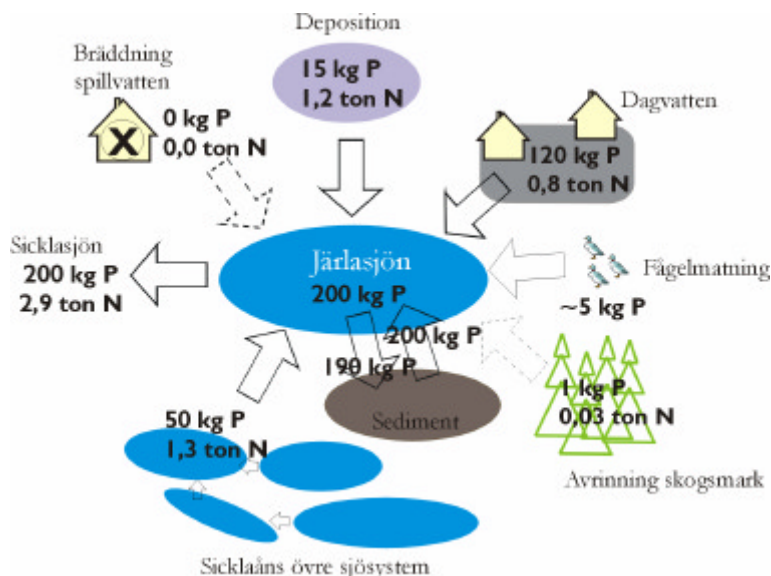
Närravrinningsområdet	Yta	P	N
422 ha	(ha)	(kg/år)	(kg/år)
Vägar (50 000 f/d)	1,0	1,4	16
Vägar (10 000 f/d)	7,7	7,0	70
Vägar (5 000 f/d)	1,0	0,7	8
Parkeringar	1,4	0,7	8
Villor	129	38	267
Flerfamiljshus	45	36	193
Handel/centrum	28	33	223
Park	19	2,4	24
Atmosfärisk dep. (sjöyta)	84	15	1 191
Skog	105	1,2	25
	(ha)	(kg/år)	(kg/år)
<b>Summa</b>	<b>422</b>	<b>135</b>	<b>2 025</b>

Mängden bräddat avloppsvatten från pumpstationer i spillvattennätet har utifrån kommunens uppgifter om bräddningar under de senaste tio åren i medeltal uppgått till 83 m<sup>3</sup>. Med en antagen schablonhalt på 5 mg P/l blir fosfortillskottet via bräddningarna 0,4 kg och kan helt bortses ifrån med hänsyn till den totala näringsbelastningen på sjön.

Uppgifter om näringstillförseln till sjöar via fåglar som änder och gäss finns i litteraturen. Flera källor anger en årlig produktion av spillning på ca 2,5 kg torrs substans. Fosforinnehållet i spillningen varierar mellan olika arter, men tycks för änder ligga omkring 1,3 %. Det motsvarar ca 32 g P per fågelindivid och år eller drygt 3 kg fosfor per för 100 individer (Marion et al, 1994)<sup>5</sup>. En annan källa anger en tillförsel på 21 g P per fågel och år, varav 70 % av externt ursprung (Manny et al, 1994)<sup>6</sup>. För 100 individer skulle det innebära en årlig tillförsel om ca 2,1 kg fosfor per år.

Utifrån dessa båda källor skulle tillskottet av fosfor via änder och gäss till Järlasjön vara mycket litet. Men ingen av dessa undersökningar tar hänsyn till effekter av fågelmatning, då de gjorts på större fågelpopulationer. Livsmedelsverket databas över näringsinnehåll i vanliga livsmedel anger fosforinnehållet i olika sorters bröd. Halten varierar mellan ca 100-250 mg P per 100 g bröd (se bilaga 7). För att kunna göra en uppskattning antas här 200 mg P per 100 g bröd, vilket motsvarar 2 g P per kg bröd. Med ett antagande om att fåglarna matas med i medeltal 5 kg bröd per dag året runt, skulle det medföra ett fosfortillskott på 3,7 kg fosfor per år. Ett hundratal fåglar som matas året runt beräknas utifrån dessa resonemang kunna bidra med ett mindre antal kg fosfor per år, uppskattningsvis i storleksordningen 5 kg P/år.

I figur 6 sammanfattas belastningssituationen för Järlasjön. Den externa tillförseln av fosfor uppgår till ca 190 kg/år. Utförsel är något större, ca 200 kg/år. Skillnaden utgörs av ett nettotillskott från sedimentet på ca 10 kg P/år. Tillförseln av kväve är ca 3,3 ton per år. Av dessa omvandlas ca 0,4 ton till ofarlig kvävgas som avgår till luften. Resterande 2,9 ton transporteras vidare till Sicklasjön.



**Figur 6. Fosfor- och kvävebudget för Järlasjön.**

<sup>5</sup> Marion I, Clergeau P, Brient L, Bertru G. 1994. The importance of avian-contributed nitrogen (N) and phosphorus (P) to Lake Grand-Lieu, France. *Hydrobiologica* vol 279/280, p 133-147.

<sup>6</sup> Manny et al, 1994. Nutrient additions by waterfowl to lakes and reservoirs: predicting their effects on productivity and water quality. *Journal of hydrobiological issue*. Vol 279-280, Nr 1, p 121-132.

Enligt utförda analyser och beräkningar är de dominerande källorna till fosfor är dagvattnet med ca 120 kg/år och sjösystemet uppströms med ca 50 kg/år. Även för sjösystemet uppströms domineras tillförseln av dagvatten som står för ca 90 % av den totala belastningen. Totalt tillförs sjön ca 190 kg fosfor per år och i medeltal transporteras ca 200 kg bort från systemet. Det innebär att sjön i dag ”bantar” ca 10 kg fosfor per år. Detta stämmer mycket väl med den långsiktigt sjunkande trenden för fosforhalterna i bottenvattnet, vilket tyder på att den externa tillförseln underskrider utförsel. Man måste givetvis komma ihåg att det finns en felmarginal i beräkningarna och begränsad tillgång på data. Resultatet bör inte tolkas som en exakt angivelse av hur många kilo som försvinner från sjön årligen. Däremot förefaller det mycket sannolikt att tillförseln underskrider utförseln, vilket är det mest väsentliga resultatet. Eftersom nettoskillnaden troligen inte är så stor mellan tillförsel och utförsel är det extremt viktigt att förhindra ytterligare ökning av den externa tillförseln, så att man inte ändrar den nuvarande gynnsamma trenden.

En borttransport av 200 kg fosfor per år motsvarar en specifik arealförlust av ca 0,06 kg P/ha,år vilket motsvarar klass 2 (låga förluster) enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.

Internbelastningen under vintern har uppskattats till ca 200 kg/år. Denna kan sänkas genom olika åtgärder. Eftersom dagvatten från bebyggda områden är den största kvarvarande källan till fosfor både direkt till Järlasjön men också till Ältasjön är det här åtgärder skall sättas in för att stärka den positiva trenden.

### 3.5 Tungmetaller i sediment och tillförsel via dagvatten

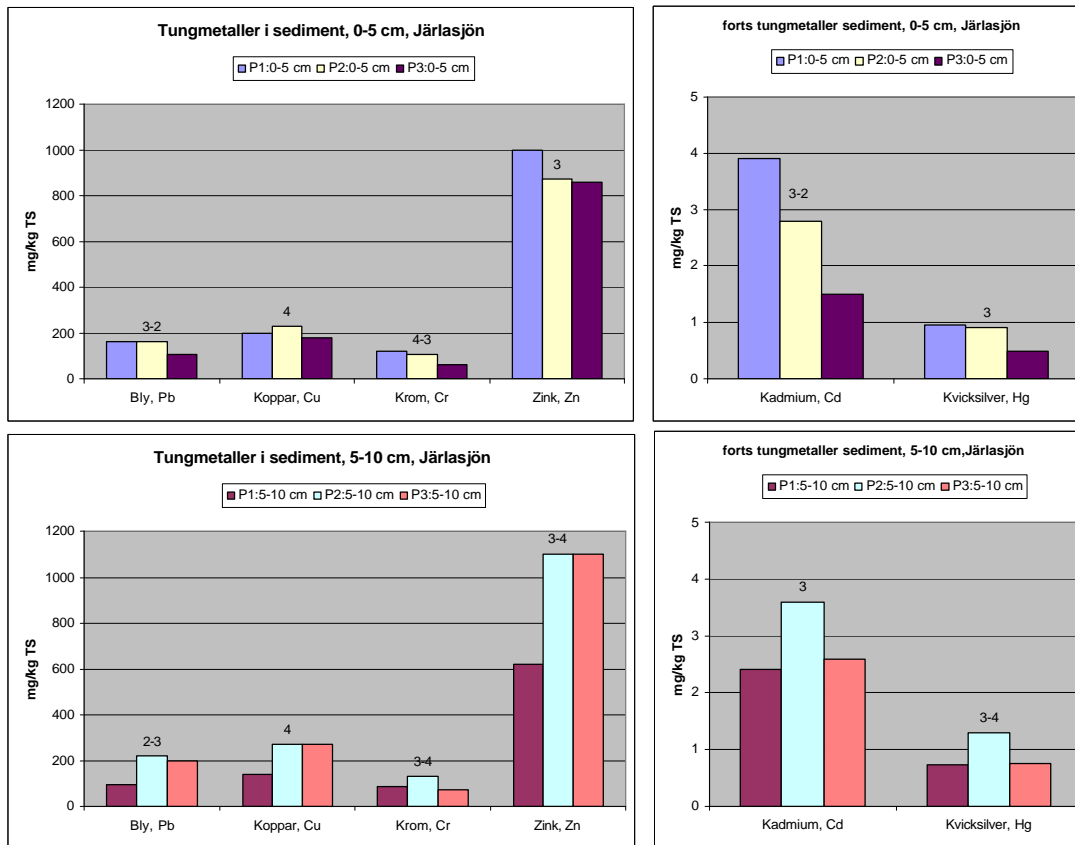
#### **Sediment**

Resultaten från utförda sedimentundersökningar presenteras i graferna i figur 7. Fyra av sex analyserade tungmetaller i sedimentet i Järlasjön förekom i halter som innebär klass 3-4 enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag<sup>7</sup>. Dessa var koppar, krom, zink och kvicksilver. Halterna av bly och kadmium var lägre (klass 2-3). Klass 4-5 innebär generellt ökade risker för biologiska effekter, klass 3 viss risk för effekter och klass 2 små risker. Resultaten bekräftar att sjön har tillförts och fortfarande tillförs industriella/urbana utsläpp. Halterna är dock inte extrema. Vid bedömning av risken för biologisk påverkan måste hänsyn även tas till egenskaper som stort djup, högt näringstillstånd, högt humusinhåll och högt pH i sjön. Alla dessa egenskaper gör att risken för biologiska effekter minskar i Järlasjöns fall. För att kunna utesluta påverkan krävs dock biologiska undersökningar av ekosystemet, undersökningar som inte har rymts inom ramen för detta uppdrag.

Vid jämförelse mellan de tre provområdena var halterna av samtliga analyserade tungmetaller högre i Kyrkvikens övre sediment (0-5 cm) än i motsvarande sediment i djuphålan. En tydlig tendens till avtagande halter ut mot sjöns djuphåla avtecknas. Skillnaden innebär med avseende på tre av metallerna en lägre klassning av sedimentet i djuphålan jämfört med sedimentet i Kyrkviken.

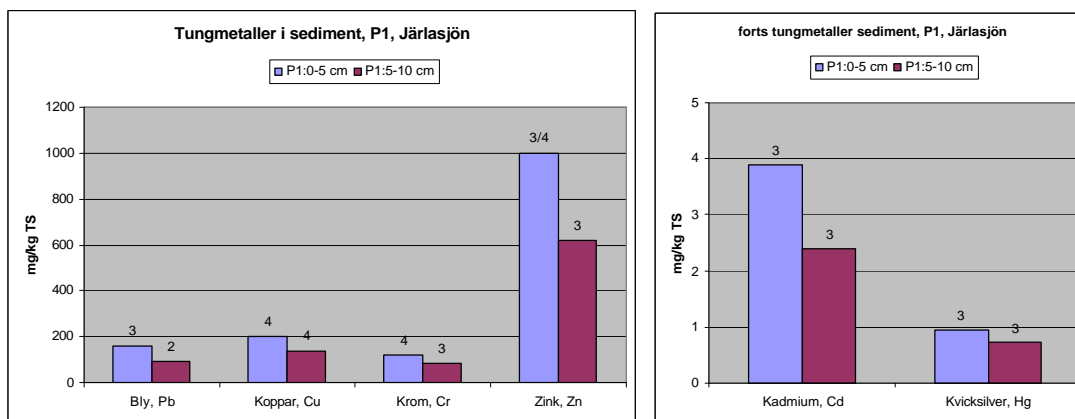
I det undre sedimentet (5-10 cm) var tungmetallhalterna som högst i provområde 2 och 3. Halterna i område 2 var antingen lika höga eller högre än i område 3. Med avseende på krom och kvicksilver innebar skillnaden en högre klassning av sedimentet i område 2.

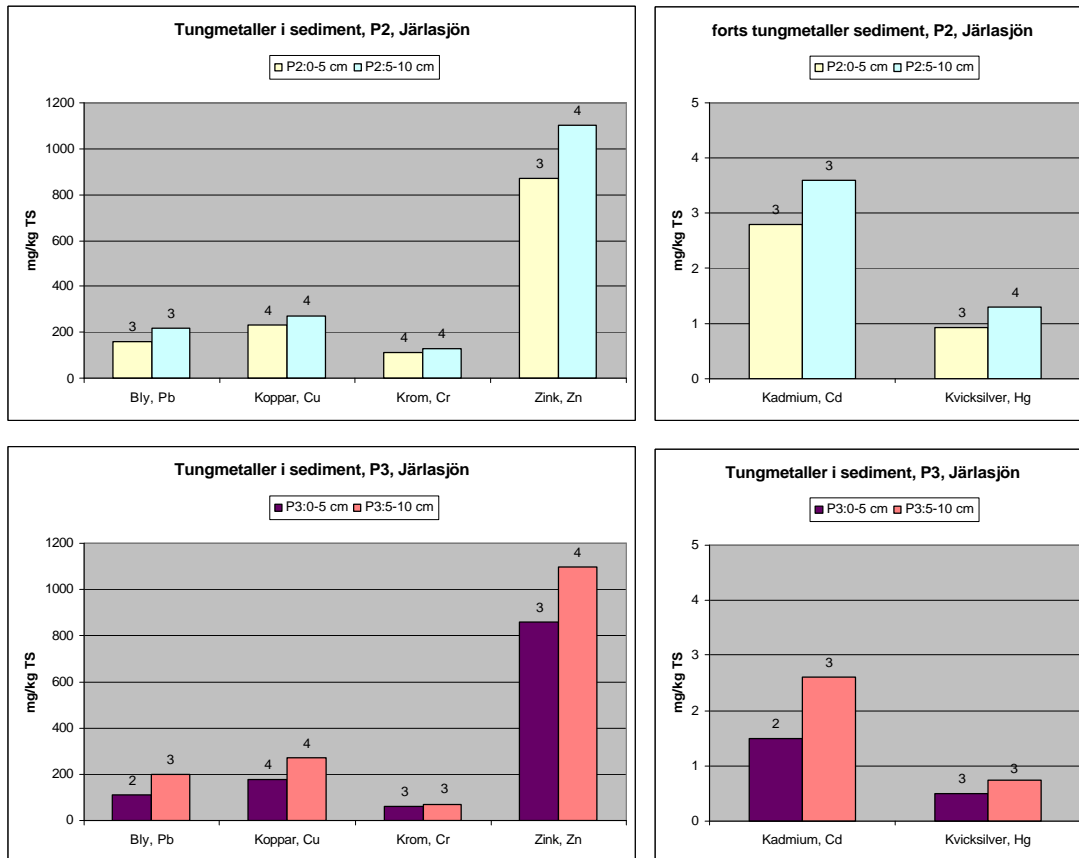
<sup>7</sup> Naturvårdsverket, 1999. Sjöar och vattendrag. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Rapport 4913.



**Figur 7. Tungmetaller i Järlasjöns sediment. De övre graferna visar tungmetallhalter i det övre sedimentet (0-5 cm). De undre graferna visar det undre sedimentskiktet (5-10 cm). Siffrorna ovanför staplarna anger klassning enligt SNV:s bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. P1 = Provområde 1, P2 = provområde 2, etc. Observera att skalan på y-axlarna är olika!**

I graferna i figur 8 har resultaten från provområdenas två sedimentdjup plottats parvis för att skillnader mellan yngre och äldre sediment ska åskådliggöras. I Kyrkviken var det övre sedimentet mer förorenat än det äldre inunder. I de andra provområdena var förhållandet det motsatta. Hur lång tid tillbaka 5 cm sediment återspeglar är inte helt enkelt att fastställa. Sedimentuppsamlingshastigheten varierar till exempel med näringstillstånd och tillförseln av slam via tillrinnande vatten. De översta 5 cm sediment kan härröra från så lång tid tillbaka som 50 år och ger alltså snarare en bild av påverkan från Sickla industriområde än från de senaste tio åren då köp kvarteren funnits.





**Figur 8. Tungmetaller i Järlasjöns sediment, område 1-3. Översta graferna = provområde 1, mellersta = provområde 2 och de undre = provområde 3. Siffrorna ovanför staplarna anger klassning enligt SNV:s bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Observera att skalan på y-axlarna är olika!**

### Tillförsel via dagvatten

Tillförseln av tungmetaller via dagvatten härrör främst från villaområden, flerfamiljshusområden och handel-/centrumområden (tabell 6). Luftdepositionen av bly, koppar och zink är i samma storleksordning som bidragen från de tre markanvändningsområdena ovan. Värt att notera är det begränsade bidraget via dagvatten från vägarna. Endast för koppar är vägnas bidrag av större betydelse. (Vägnas bidrag till luftdepositionen är inte känt, men är dock gissningsvis betydande).

**Tabell 6. Markanvändning och beräknad årlig tillförsel av tungmetaller via dagvatten till Järlasjön**

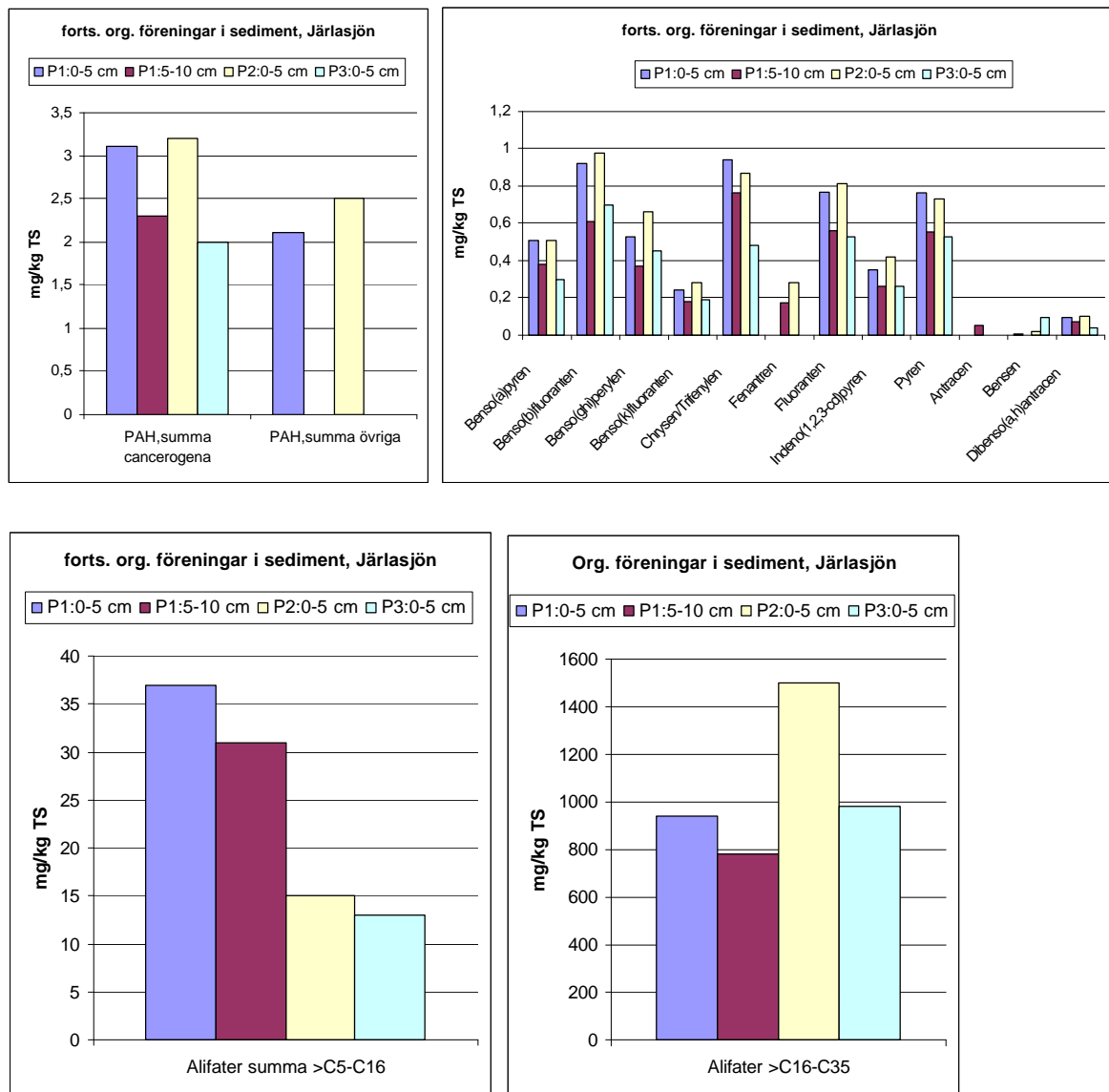
Näravrinningsområdet	Yta (ha)	Pb (g/år)	Cu (g/år)	Zn (g/år)	Cr (g/år)	Ni (g/år)	Cd (g/år)	Hg (g/år)
422 ha								
Vägar (50 000 f/d)	1,0	232	408	1 572	42	36	3,1	0,5
Vägar (10 000 f/d)	7,7	658	1 973	3 442	70	70	11	3,9
Vägar (5 000 f/d)	1,0	68	156	311	5	6	1,2	0,5
Parkeringar	1,4	211	281	985	105	28	3,2	0,7
Villor	129	1 906	3 812	15 247	762	1 143	95	38
Flerfamiljshus	45	1 807	3 614	12 047	1 446	1 084	84	24
Handel/centrum	28	2 350	2 585	16 447	587	1 057	117	12
Park	19	122	305	508	61	41	6,1	
Atmosfärisk dep. (sjöyta)	84	1 489	2 482	14 892	84	199	55	
Skog	105	186	202	466	16	16	6,2	
<b>Summa</b>	<b>422</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>66</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>382</b>	<b>80</b>



### 3.6 Organiska föroreningar i sediment och tillförsel via dagvatten

Resultat från undersökningen av innehållet av organiska föroreningar i Järlasjöns sediment återges i graferna i figur 9. Av 27 analyserade organiska föreningar/grupper i sedimentprover från Järlasjön detekterades ca hälften, 14 st. Av dessa var 6 st cancerogena PAH:er (av 7 st analyserade). PAH:er är kolväten med en eller flera ringstrukturer och uppstår vid förbränningsprocesser i t.ex. motorer och värme pannor. De kan också förekomma i kreasot. Övriga detekterade föreningar och grupper var bensen, 4 st icke-cancerogena PAH:er, samt långkedjiga alifater, framför allt C16-C35 (finns t.ex. i eldningsolja och smörjoljor), men också C12-C16 (bl.a. i diesel).

Vid jämförelse mellan provområdena var sedimentet i område 2 mest förorenat och sedimentet i djuphålan (område 3) minst förorenat. I Kyrkviken var det övre sedimentet mer förorenat än det undre. Det undre sedimentet var förorenat i liknande grad som sedimentet i djuphålan.



Figur 9. Organiska föroreningar i Järlasjöns sediment, område 1-3. P1 = område 1, P2 = område 2, etc. Observera att skalan på y-axlarna är olika!

Eftersom det saknas bedömningsgrunder, riktvärden eller miljö kvalitetsnormer för petroleumrelaterade kolväten och PAH i sjösediment i Sverige försvåras bedömningen av halterna. Det finns dock vissa uppgifter i litteraturen som kan ge vägledning.

1997 och 2002 gjorde IVL Svenska Miljöinstitutet undersökningar av havs- och sjösediment runt Stockholm på uppdrag av Miljöförvaltningen i Stockholm Stad. Resultaten visade på en medelhalt i ytliga sjö- och havssediment på ca 15 mg PAH<sub>23</sub>/kg TS, vilket anses vara en hög halt<sup>8</sup>. Baserat på dessa undersökningar och en undersökning i Skagerrack angavs en övre gräns för bakgrundsvärden på ca 2 mg PAH<sub>23</sub>/kg TS. Naturvårdsverket har också gjort en inventering, dock i mindre skala omfattande endast 17 prov, och angav utifrån detta ett preliminärt bakgrundsvärde på ca 10 mg PAH ekvivalenter/kg TS<sup>9</sup>.

Halterna av PAH i sedimentet i Järlasjön ligger på ca 5 mg PAH<sub>16</sub>. Utifrån ovanstående uppgifter är de något förhöjda, men fortfarande klart lägre än medelvärdet av de av IVL undersökta i havs- och sjösedimenten runt Stockholm och SNV:s preliminära bakgrundsvärde.

Med anledning av detaljplanarbetet för Sickla köpkvarter lät J&W 1999 provta sedimentet i Kyrkviken i fyra provpunkter. Den första provpunkten var placerad 10 m utanför den tidigare dagvattenledningens mynning. Övriga provpunkter var placerade 130, 280 respektive drygt 500 m öster om första provpunkten. För samtliga detekterade organiska parametrar var halterna högst i provpunkten närmast utloppet från dagvattenledningen. Halten summa-PAH var 23 mg/kg TS.

För bland annat opolära alifatiska kolväten har SGU-Statens oljelager utarbetat två inofficiella riktvärden i sediment<sup>10</sup>. Under nivå 1 förväntas ingen negativ effekt för människa eller miljö och åtgärder erfordras ej. Vid halter över nivå 2 kan negativa effekter på människa och miljö förväntas och åtgärder kan erfordras. Gränserna är 100 respektive 500 mg/kg TS. Jämförelse är dock troligen inte möjlig då riktvärdena gäller vid IR-analyser och analyserna här har gjorts med gaskromatografi (GC).

### Tillförsel via dagvatten

Tillförseln av olja via dagvatten från näravrinningsområdet uppgår enligt gjorda schablonberäkningar till 330 kg/år (tabell 7). Bidraget från handel-/centrumområden dominerar klart. För PAH ser situationen annorlunda ut. Här är det den atmosfäriska depositionen på sjöytan som ger överlägset störst bidrag.

<sup>8</sup> IVL, 1998. Metaller, PAH, PCB och totalkolväten i sediment runt Stockholm – flöden och halter. IVL rapport B1297. ISBN 91-630-6738-2.

<sup>9</sup> Naturvårdsverket, 1999. Metodik för inventering av förorenade områden. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, vägledning för insamling av underlagsdata. Rapport 4918.

<sup>10</sup> SGU-Statens oljelager, 2000. Bakgrundshalter av petroleumkolväten i sediment och grundvatten, dnr: 9030-0189/99.

**Tabell 7. Markanvändning och beräknad årlig tillförsel av olja och PAH via dagvatten till Järlasjön**

Näravrinningsområdet	Yta	Olja	PAH
422 ha	(ha)	(kg/år)	(g/år)
Vägar (50 000 f/d)	1,0	9	9
Vägar (10 000 f/d)	7,7	12	39
Vägar (5 000 f/d)	1,0	1	4
Parkeringsgar	1,4	6	12
Villor	129	38	114
Flerfamiljshus	45	84	72
Handel/centrum	28	176	70
Park	19	4	
Atmosfärisk dep. (sjöyta)	84		943
Skog	105		
	(ha)	(kg/år)	(g/år)
<b>Summa</b>	<b>422</b>	<b>330</b>	<b>1 264</b>



### 3.7 Smittämnen

Utifrån kommunens uppgifter om bräddningar till Järlasjön de senaste tio åren (i medeltal 83 m<sup>3</sup>/år) bedöms bräddningar inte utgöra något stort problem för den hygieniska vattenkvaliteten i sjön. Utan närmare detaljkännedom kan det inte uteslutas att tillfälliga hygienförsämringar kan uppstå i anslutning till bräddutloppen den närmaste tiden efter bräddning (timmar upp till några dagar). Påverkan från fåglar och dagvatten är inte känd.

### 3.8 Sammanfattande karaktärisering och diskussion

Järlasjön är näringsrik, men uppvisar en positiv trend, troligen till följd av minskad tillförsel från uppströms sjösystem och då i första hand från Ältasjön, där kommunen inriktat sina åtgärder. Den positiva utvecklingen kan stärkas genom ytterligare minskad tillförsel av fosfor via dagvatten och uppströms sjöar. Tvärtemot vad som kan förväntas tycks en klar siktdjupsförsämring pågå. Orsakerna till detta kan vara antingen brist på rovfisk eller zooplankton, vilket i sin tur kan vara följden av en gifteffekt från tungmetaller. Skador på organismer orsakade av tungmetaller uppträder framförallt i den nedre delen av näringskedjan, på t.ex. växt- och djurplankton. Även reproduktionen av fisk är känslig för metallpåverkan liksom utvecklingen under de tidiga yngelstadierna. Tungmetallhalterna är höga och föranleder vidare undersökningar. Standardiserat provfiske och undersökning av zooplanktonsamhället kan vara ett sätt att få svar på dessa frågor.

Kyrkvikens sediment är minst lika förorenade som dem i huvudbassängen, men sedimentet ger snarare en bild av flera decenniers utsläpp än de senaste tio årens. Med hänsyn till den undersökning av sedimentet som gjorts här och den som gjordes 1999 av J&W tycks industriområdet varit en betydande utsläppskälla för både tungmetaller och organiska föroreningar.

## 4 Bedömning av påverkan från Sickla köpkvarter


Den ökade hårdgörningen till följd av förnyelsen av Sickla köpkvarter har inneburit ökade dagvattenmängder på bekostnad av infiltration och avdunstning i området. Utifrån tidigare bedömning om risk för utlakning av föroreningar vid infiltration av nederbörd och dagvatten bör riskerna för utlakning av föroreningar därmed ha minskat. Samtidigt är det troligt att dagvattnets föroreningsbidrag avseende vissa parametrar har ökat.

WSP har i PM, "Utredning – Nacka kommun, Kyrkviken. Skärmbassäng för rening av dagvatten. 2007-10-22", beräknat tillförseln av slam, näringsämnen och metaller från avrinningsområdet till Kyrkviken när Sickla köpkvarter är fullt utbyggt. Beräkningen, som är gjord utifrån schablonvärden, visar att det ca 34 hektar stora avrinningsområdet kommer att bidra med i storleksordningen 8 ton suspenderat material (slam), 28 kg fosfor, 170 kg kväve, 1,5 kg bly, 10,2 kg koppar och 25 kg zink per år. Årsflödet beräknas till ca 100 000 m<sup>3</sup>. I beräkningen har hänsyn tagits till viss reningseffekt i befintligt avsättningsmagasin. Effekten där har antagits motsvara 15 % rening.

Bidraget av föroreningar via dagvatten från Sickla köpkvarter har här kontrollberäknats med schablonhalter från StormTac och redovisas i tabell 8 nedan (även här har räknats med 15 % rening i befintligt magasin). Överensstämmelsen mellan de båda beräkningarna bedöms vara acceptabel. De av WSP använda schablonhalterna skiljer sig en del från de i StormTac, men bedöms inte vara orimliga. Den av WSP ansatta fosforhalten för vägar motsvarar i StormTac en trafikintensitet på mer än 50 000 fordon/dygn och är alltså snarare för högt än för lågt satt. Även ansatt nederbörd och avrinningskoefficienter bedöms vara rimliga.

**Tabell 8. Föroreningsbidrag från Sickla köpkvarter: resultat från kontrollberäkning och tidigare beräkning (WSP)**

Jämförelse	Yta (ha)	Red. yta (ha)	Flöde (m <sup>3</sup> /år)	P (kg/år)	N (kg/år)	SS (ton/år)	Pb (kg/år)	Cu (kg/år)	Zn (kg/år)	Cr (kg/år)	Ni (kg/år)	Cd (g/år)	Hg (g/år)	olja (kg/år)	PAH (g/år)
"Sickla delavr.omr."	34	23	132 964	31	209	11	2	3	15	0,6	0,9	99	13	142	73
"Sickla delavr.omr." -WSP:s beräkn	34		100 000	28	170	8	1,5	10	25						

Att uppskatta förändringen i föroreningsmängder i dagvattnet från Sickla köpkvarter efter utbyggnad jämfört med situationen före, då området var industriområde, är vanskligt. För det är schablonvärdena alltför generella. Variationen inom respektive markanvändningslag är stor. Man kan dock utifrån avrinningskoefficienter och schablonhalter för de båda markanvändningstyperna (StormTac:s) generellt säga att handel/centrumområden har högre hårdgörningsgrad och medför högre dagvattenflöden, liksom att dagvatten från denna typ av områden har högre närings- och partikelinnehåll, men lägre innehåll av tungmetaller, olja och PAH, jämfört med industriområden. 

Det schablonberäknade bidraget av föroreningar via dagvatten från delavrinningsområdet för Sickla köpkvarter i förhållande till hela närtillrinningsområdets dagvatten (avrinningsområdet exklusive sjöytan) har också beräknats och redovisas i tabell 9 nedan. Trots att delavrinningsområdet för Sickla köpkvarter endast upptar ca 7 % av ytan beräknas området bland annat bidra med nästan hälften av oljan som tillförs sjön via dagvattnet; knappt en tredjedel av dagvattenburen kadmium och ca en fjärdedel av dagvattnets tillförsel av fosfor, kväve, partiklar, bly, zink och nickel.

**Tabell 9. Föroreningsbidrag från Sickla köpkvarter relativt hela Järlasjöns närtillrinningsområde**

Jämförelse	Yta	Red. yta	Flöde	P	N	SS	Pb	Cu	Zn	Cr	Ni	Cd	Hg	olja	PAH
Sickla köpkvarter av närtillr.omr.	7%	19%	19%	23%	23%	27%	26%	16%	27%	16%	26%	30%	12%	45%	19%

De schablonhalter för tungmetaller i dagvatten från handel/centrumområden som använts vid belastningsberäkningarna för dagvattnet från Sickla köpkvarter ligger inom klass 4-5 enligt SNV:s bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Halterna i Kyrkviken kommer dock inte enbart bero på halterna i dagvattnet utan också på den utspädning som sker i viken. De biologiska effekterna beror också i hög grad av vattenkvaliteten i övrigt och i vilken form metallerna uppträder.




De höga halterna av tungmetaller och organiska föreningar i sedimentet kan sannolikt inte härledas till köpkvarteren utan är snarare en effekt av den tidigare industriverksamheten (runt sjön).

Järlasjöns vattenkvalitet och status avgörs sannolikt inte av dagvattenhanteringen i Sickla köpkvarter. Å andra sidan beräknas dagvattnet därifrån medföra ett inte obetydande tillskott av föroreningar och närsalter, och en oproportionellt stor andel av förorenings- och näringsbidraget från näravrinningsområdet. Detta gör åtgärder klart motiverade i enlighet med kommunens intentioner. I takt med att tillförseln från sjöarna uppströms minskar, ökar också den relativa betydelsen av förbättrad dagvattenhantering.

## 5 Tolkning av Järlasjöns och Kyrkvikens ”sociala värde”

Nedan har en uttolkning gjorts av vad det som i dagvattenstrategin kallas Järlasjöns ”sociala värde” består i. Även hoten mot värdet kommenteras.

Järlasjön bedöms främst ha ett värde för de många boende i sjöns närområde. Värdena ligger i följande:

- **En estetisk tilltalande vattenspegel.** Järlasjöns största värde är sannolikt vattenspegeln värde som landskapselement. Bl.a. är detta tydligt vid Järsla sjö, där det vattennära läget är ett viktigt argument för de boende. Upplevelsen av sjön som landskapselement påverkas av bl.a. av omgivande bebyggelse, anläggningar i vattnet, buller och grumling av vattnet.
- **Fiske.** Järlasjön är en populär sjö för bl.a. pimpelfiske. Kräfter och gös har planterats in och en vandringsväg för havsöring har iordningställt vid Sickla sluss, så att öringen kan vandra upp till Nackaån. Ur hälsosynpunkt är det dels viktigt att fisk och kräfter som äts inte innehåller kvicksilver eller smittämnen, och dels att vattenmiljön i Järlasjön är av så god kvalitet att fiskbeståndens fortlevnad inte hotas. Hoten mot fiskevattenmiljön är därför bl.a. utsläpp av föroreningar och smittämnen. 
- **Bad.** I viss mån används Järlasjön som badsjö. För närvarande tycks de största hoten mot sjöns attraktionskraft som badsjö vara ökande grumlighet och blomning av s.k. ”blågröna alger”. Potentiella hot mot sjön som badsjö är också höga halter av smittämnen och upplevd dålig vattenkvalitet av andra skäl än ovan (oljefilm, skräp eller andra flytande föroreningar, trådformiga alger, mm). 
- **Skridskoåkning & vattensport.** Vintertid är Järlasjön en populär skridskosjö och sommartid används sjön för båtsporter, bl.a. vattenskidåkning. 



För Kyrkvikens del tillkommer också enskilda och lokalspecifika intressen genom framför allt vattenägarnas och de boendes intressen i vikens södra del. De har intresse av att behålla sin vik och slippa störningar i form av grumligt vatten och upplagring av sediment i sina vattenområden och angränsande vatten. Allmänheten som rör sig på vikens norra sida har också intresse av att behålla en vacker strandpromenad och sjöutsikt.

## 6 Förslag till kravspecifikation

Dagvattenutsläpp från detaljplanlagt område regleras i Miljöbalken (MB). MB ställer krav på att den som förorenar (verksamhetsutövaren) vidtar skyddsåtgärder för att så långt möjligt skydda miljön och människors hälsa (2 kap. 3 §). MB kräver också hushållning med naturresurser (2 kap. 5 §). Vad gäller teknik och ekonomi sägs i MB att bästa teknik skall användas, men att den inte får vara orimligt dyr (2 kap. 7 §).

Med utgångspunkt från Miljöbalkens hänsynsregler, kommunala och regionala miljömål, resultatet av försöket till karaktärisering av Järlasjön och Kyrkviken, samt de ovan bedömda värdena för Järlasjön och Kyrkviken har följande *kravspecifikation* formulerats:

<p>Skyddsåtgärder syftar till att:</p> <p><b>Skydda allmänna intressen, dvs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducera risk för exponering av <b>smittämnen</b> från dagvattenutsläpp.</li> <li>- Förhindra att <b>olja och andra flytande föroreningar</b> hamnar i Kyrkviken.</li> <li>- Reducera utsläpp av <b>tungmetaller</b> till sådana nivåer att skadliga effekter inte riskerar att uppkomma på organismer i recipienten.</li> <li>- Reducera utsläpp av <b>fosfor</b> så att dagvattnet inte bidrar till att öka övergödningen av recipienten.</li> </ul> <p><b>Skydda privata intressen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Undvika påverkan på privata vattenområden</b>, t.ex. genom grumling eller uppgrundning.</li> </ul>	<p>...och skall anpassas till följande praktiska och ekonomiska aspekter:</p> <p style="text-align: right;"><b>Ekonomi</b></p> <p>Kostnaden för skyddsåtgärderna skall vara rimliga i förhållande till effekten. Årskostnaden (investeringar och drift) bör därför inte överstiga 5 kr per behandlad kubikmeter vatten och år.</p> <p style="text-align: right;"><b>Tillförlitlighet</b></p> <p>Skyddsåtgärder skall vara robusta och fungera året runt och vid varierande flödessituationer.</p> <p style="text-align: right;"><b>Lokal anpassning</b></p> <p>Anläggning skall så långt möjligt ej störa synintryck, framkomlighet eller lokala vattenförhållanden.</p> <p style="text-align: right;"><b>Drift och kontroll</b></p> <p>Anläggning skall utformas med tanke på skötsel och underhåll. Underhållsåtgärder skall ej upplevas störande för närboende. Tillsyn, larm och utsläppskontroll skall tillämpas i den mån det är nödvändigt och rimligt.</p> <p style="text-align: right;"><b>Mervärden</b></p> <p>Möjligheter att skapa mervärden skall tillvaratas.</p>
---	---

Nedan ges kommentarer till de olika kraven:

### **Smittskydd**

Dagvatten från hårdgjorda ytor kan innehålla bakterier och andra smittämnen. Mikroorganismer härrör från fåglar, hundar, råttor och andra djur, samt i vissa fall från bräddpunkter i spillvattennätet. Enligt Naturvårdsverkets rapport 4683<sup>11</sup> är riskerna med mikroorganismer i dagvatten troligen underskattade i förhållande till andra system. Smittämnen är i hög grad partikelbundna och kan därmed till stor del avskiljas genom sedimentation.

### **Olja och andra flytande föroreningar (samt katastrofskydd)**

Oljeföroreningar i dagvatten härrör bland annat från bilavgaser, drivmedel och smörjmedel. Denna typ av föroreningar kan också släppas ut till dagvattennätet vid olyckor, t.ex. trafikolyckor. Eftersom olja har lägre densitet än vatten flyter den och kan åtminstone delvis avskiljas gravimetriskt. För att undvika att ansamlad olja spolats vidare vid kraftiga flöden måste oljeavskiljare vara försedda med förbiledningsfunktion.

Vid bränder kan förorenat släckvatten hamna i dagvattensystemet. Det är då viktigt att detta vatten kan samlas upp och saneras och inte avledas direkt till recipienten.

### **Tungmetaller**

Dagvattnets innehåll av tungmetaller härrör bland annat från trafiken. Bilar bidrar med metaller – koppar från bromsbelägg, zink från däck och galvaniserade detaljer. Däcken innehåller också kadmium. Tungmetaller i dagvatten kommer dock främst från metallytor på byggnader, stolpar och andra konstruktioner som utsätts för korrosion genom slitage och kemisk påverkan, vilket medför att en del av metallerna frigörs och hamnar i dagvattnet. De metaller som används utomhus är framförallt koppar och zink. Zink innehåller även en liten del kadmium, som är en av de giftigaste tungmetallerna. Förzinkade ytor är troligen den största källan till kadmium i dagvatten.

Det långsiktigt mest kostnadseffektiva sättet att minska utsläppen av metaller är att begränsa föroreningarna redan vid källorna, genom s.k. ”påsläppskontroll”. I praktiken kan det handa om att välja tak- och konstruktionsmaterial som inte släpper ifrån sig föroreningar eller att rena dagvatten från vägar- och parkeringsytor i infiltrationsdiken eller genom att översila gräsytor (s.k. lokalt omhändertagande av dagvatten – LOD).

Som nämnts tidigare är möjligheterna att arbeta med LOD i Sickla köp kvarter begränsade, beroende dels på markföroreningar och dels på att marken redan i stor utsträckning varit hårdgjord. De möjligheter som återstår för att avskilja metaller är i första hand åtgärder vid utsläppspunkten. Eftersom en stor del av metallerna är partikelbundna, kan de avskiljas genom sedimentation, vilket sker när vattenhastigheten avtar. I och med att dagvattnet samlats i ledningssystem utan föregående flödesutjämning, kommer flödet periodvis att vara högt. För att på ett effektivt sätt rena detta dagvatten krävs utjämning av flöden eller en stor sedimentationsvolym.



---

<sup>11</sup> Naturvårdsverket. 1996. Sjukdomsframkallande mikroorganismer i avloppssystem. Riskvärdering av traditionella och alternativa lösningar. Rapport 4683.

## Fosfor

Fosfor i dagvatten är delvis partikelbundet. Det innebär att fosfor delvis går att avskilja genom sedimentation, enligt samma resonemang som för metaller ovan. Även om sjön tillförs stora mängder fosfor från sjösystemet uppströms och från sedimentet är inte bidraget från dagvatten försumbart, utan bör minska. Detta gäller generellt för hela näavrinningsområdet.

## Kostnader för dagvattenrening

Bedömning av rimliga kostnader för dagvattenanläggningar är svårt att göra. Dels saknas det vederhäftig uppföljning av kostnadseffektivitet i olika typer av anläggningar och dels är kostnaderna väldigt platsberoende.

Stockholm Vatten beräknade inom ramen för "Dagvattenstrategi för Stockholm" kostnader för olika typer av dagvattenreningsanläggningar<sup>12</sup>. Bl.a. gjordes en "ämnesneutral" beräkning där man angav kostnaden som investeringskostnaden för att rena 1 m<sup>3</sup> dagvatten per år (dvs. investeringskostnaden/totala årligen inkommande volymen). Kostnaderna för olika typer av reningsanläggningar beräknades till följande:

Avsättningsmagasin (i mark):	150	kr/m <sup>3</sup> och år
Dammar:	10	kr/m <sup>3</sup> och år
Skärmbassänger:	1	kr/m <sup>3</sup> och år

För att få ytterligare underlag för faktiska kostnader för dagvattenreningsåtgärder har nedanstående beräkningar gjorts.

### *Anläggningar under mark (avsättningsmagasin)*

Avsättningsmagasin under mark är ofta mycket dyra. Kostnaderna beror bl.a. på hur djupt ledningssystemet ligger och hur anläggningen behöver grundläggas. Kostnader från verkliga och projekterade anläggningar i Stockholmsregionen ligger mellan 4000 och 15 000 kr/m<sup>3</sup> vattenvolym. Omräknat till anläggningskostnad per yta hårdgjort avrinningsområde finns det uppgifter på ca 0,7-2,5 Mkr/ha hårdgjort avrinningsområde, vilket för hela avrinningsområdet vid Kyrkviken skulle motsvara ca 11-40 Mkr.

Räknat på en flödesvolym på 100 000 m<sup>3</sup>/år blir kostnaden 5,5-20 kr/m<sup>3</sup> (utslagen på 20 år, utan räntekostnader eller driftskostnader).

### *Dagvattendammar*

Kostnaden för dagvattendammar beror bl.a. på markförutsättningarna och hur djupt ledningsnätet ligger. Om det finns möjlighet att skapa en damm på en naturlig plats i landskapet genom dämning, kan kostnaden vara låg, från ca 300 000 kr/ha dammyta. I stadsmiljön är detta i princip aldrig möjligt, utan det blir frågan om att skapa dammar genom att schakta sig ner 1-2 meter under dagvattenledningarnas nivå. Om materialet som schaktas upp skall köras bort, vilket ofta är fallet, blir kostnaderna höga, i storleksordningen 200-600 kr/m<sup>3</sup> schaktvolym plus kostnader för ledningsarbeten etc. Anläggningskostnaden per hektar hårdgjort avrinningsområde blir då i storleksordningen 300 000-700 000 kr, vilket för hela avrinningsområdet vid Kyrkviken skulle motsvara ca 4,8-11 Mkr.



---

<sup>12</sup> Stockholm Vatten m.fl. 1999. Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav. Del 3 Rening av dagvatten. Exempel på åtgärder och kostnadsberäkningar. Dagvattenstrategi för Stockholm.

Nacka kommun, Dagvattenhantering för Sickla Köp kvarter – en fördjupad studie av effekter på Kyrkviken och Järlasjön, WRS Uppsala AB & Vattenresurs AB, 2008-05-30

Räknat på en flödesvolym på 100 000 m<sup>3</sup>/år, blir kostnaden 2,4-5,5 kr/m<sup>3</sup> (utslagen på 20 år, utan räntekostnader eller driftskostnader).

#### *Skärmbassänger*

Enligt WSP:s utredning blir investeringskostnaden för skärmbassängen vid Kyrkviken ca 2 Mkr. Räknat på en flödesvolym på 100 000 m<sup>3</sup>/år, blir kostnaden 1 kr/m<sup>3</sup> (utslagen på 20 år, utan räntekostnader eller driftskostnader), alltså motsvarande kostnad som anges av Stockholm Vatten. Man bör inte glömma bort att muddring kan utgöra en betydande kostnadspost under driftskedet.

#### *Kostnadsjämförelse med avloppsvattenrening*

Normalkostnaderna för behandling av spillvatten i stora avloppsreningsverk är ca 2-3 kr/m<sup>3</sup>. Inom nya bebyggelseområden leder dock ofta dyra investeringar i infrastruktur till kostnader som är 10 gånger högre. Att leda dagvatten till kommunala reningsverk är dock inget alternativ då reningsverkens reningsförmåga påverkas negativt av den stötblastning som dagvattnet ger upphov till.

#### *Slutsatser kring kostnader*

Ett sätt att bedöma vad som generellt är en rimlig kostnad för hantering av dagvatten är att jämföra med kostnader för spillvattenrening. Det förefaller rimligt att kostnaden för dagvattenåtgärder generellt inte ska vara väsentligt dyrare än spillvattenrening. Då kostnaden för spillvattenrening i medeltal är 2-3 kronor per kubikmeter föreslås att kostnaden för dagvattenrening inte bör överstiga 5 kr/m<sup>3</sup>.

#### **Lokal anpassning**

Inskränkningen av befintliga värden måste minimeras. En anläggning får t.ex. inte hindra vattenutbytet mellan Kyrkviken och Järlasjön så att Kyrkviken påverkas negativt.

## **7 Möjliga dagvattenåtgärder**

Som redan konstaterats är situationen för förbättrad dagvattenhantering i Sickla köp kvarter ogynnsam. Marken är i stora delar förorenad varför infiltration av dagvatten skall förhindras. Området är hårt exploaterat och lediga ytor för reningsanläggningar saknas. Att i befintlig bebyggelse skapa underjordiska avsättningsmagasin som generell åtgärd bedöms inte vara kostnadsmässigt rimligt. Att bygga underjordiska avsättningsmagasin är kostsamt redan vid nybyggnation. Att göra det under redan exploaterade ytor är ännu dyrare. För öppna dagvattendammar finns helt enkelt inte plats såvida inte befintlig markanvändning ändras. De möjligheter som återstår då är olika typer av åtgärder för påsläppskontroll eller åtgärder vid utloppspunkten.

Det största problemet bedöms vara parkeringsytorna utomhus. De är stora och tillförs föroreningar från bilar, inte minst olja, samt via deposition från luften (figur 10).



**Figur 10. Exempel på nuvarande utformningsprinciper för parkeringar i Sickla köp kvarter (foto WRS).**

Att där delvis installerats oljeavskiljare bedöms inte säkerställa tillfredsställande rening vare sig av olja eller av andra föroreningar. Vi föreslår istället att principen vid ny- och ombyggnad samt underhåll skall vara följande: Dagvatten från parkeringsytor skall infiltrera genom gräsyta eller annan genomsläpplig yta (raster, hålsten, mm) och utjämnas i underliggande porösa massor (exempelvis av makadam). Vattnet förhindras att infiltrera i djupare marklager av ett tätskikt i botten (geomembran). Överskottsvatten avleds till ledningsnätet. Fördelarna med utformningsprincipen är två: avskiljning av föroreningar och utjämning av flöden. Exempel på två utformningar ges i figur 11.



**Figur 11. Förslag till alternativa principer. Huvudprincipen framgår av den övre bilden till vänster: En genomsläpplig zon, i detta fall ett gräsbevuxet svackdike placeras i framkant av parkeringsrutorna. Ingen kantsten används. Materialet i diket är grus/makadam som ger hög porositet. Diket förses med bräddbrunn till ledningsnät. En dränledning av mindre dimension läggs nära botten på diket. I bilden till höger illustreras en mer yteffektiv variant där man istället har använt raster. Botten av krossdicket tätas med geomembran. En variant av raster visas i den nedre bilden till vänster. Foton till vänster, Ulf Thysell, VASYD, Malmö stad; fotomontage till höger D. Stråe, WRS.**

Det näst största problemet bedöms vara de stora takytorna. Förutom snabb avledning och tillförsel av bland annat zink och kadmium till dagvattnet, förs avsatta luftföroreningar vidare utan avskiljning eller rening. I brist på möjligheter till andra åtgärder finns det starka skäl som



talar för att så kallade ”gröna tak”, skall användas vid nybyggnation. Gröna tak har vanligen ett vegetationstäckte av mossa och sedumväxter (figur 12). Sådana tak innebär visserligen en merkostnad i investeringskedet, men kan ge långsiktiga besparingar i form av minskat underhåll samt lägre energiförbrukning tack vare dess isolerande förmåga (inte minst avkylande förmåga sommartid).

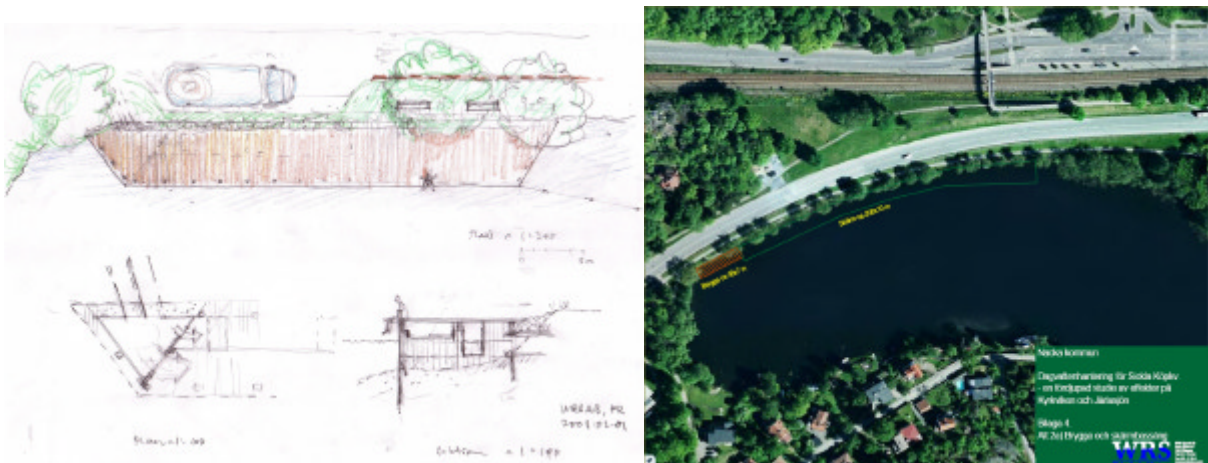


**Figur 12. Exempel på ”grönt tak” på en matvaruaffär i köpcenter i Runby, Upplands Väsby.**  
Foto: Oxunda Vattensamverkan.

Både den föreslagna principen för parkeringsytor och gröna tak bedöms ligga inom ramen för vad som är ekonomiskt rimliga åtgärder om de vidtas i samband med ny- och ombyggnad samt underhållsåtgärder. Eftersom detta endast kan ge effekt på sikt och i begränsad omfattning krävs kompletterande åtgärder vid utläppspunkten för att erhålla god rening av dagvattnet från området.

Förutom den av WSP tidigare föreslagna skärmanläggningen (alternativ 1, bilaga 5) har en modifierad skärmbassängsvariant skissats på i detta uppdrag (alternativ 2, figur 13 och bilaga 4).

Förslaget innebär att den överdäckade delen för oljeavskiljning blir bättre platsanpassad, samt att anläggningen som helhet får en mer långsträckt form utmed den norra stranden. Den föreslagna konstruktionen utgörs av ca 6-7 m bred och 30 m lång brygga samt en flytande skärmvägg som kanaliserar vattnet vidare österut.



**Figur 13. Alternativ 2. Förslag till modifierad skärmbassäng. Se bilaga 4 för större figurer och ytterligare variant.** Illustration t v P. Ridderstolpe, kollage t h D. Stråe, WRS.



Bryggan överdäcker funktionen för oljeavskiljning och katastrofskydd för att skräp och andra föroreningar inte ska vara synliga från land eller vatten. Underhållet av oljeavskiljarefunktionen underlättas genom att man kan slamsuga genom ett antal luckor i bryggan. För att motverka utspolning av ansamlad olja och skräp vid högflöde, utformas bryggan med en förbiledningsfunktion till den yttre volymen.

Bryggan ges en utformning som ska vara tilltalande, sedd från både land och vatten. I förslaget finns några bänkar på stranden i solläge. Eventuellt kan bryggan kombineras med en bullerskärm för att avskärma strandavsnittet och bebyggelsen på södra sidan från Järlaleden.

Exempel på likande bryggkonstruktioner som denna (dock utan inbyggd reningsfunktion) finns bl.a. utmed Fyrisån i centrala Uppsala (figur 14).



Figur 14. Exempel på bryggkonstruktioner som kan ge en bild av hur det skulle kunna se ut i Kyrkviken.

Som komplement till ovanstående förslag kan också någon typ av kompensationsåtgärd vara tänkbar. Det skulle t.ex. kunna handla om att bidra ekonomiskt till biomanipulationsåtgärder, om sådana skulle visa sig bli aktuella.

## 8 Värdering av nollalternativet och de olika förslagsalternativen enligt föreslagen kravspecifikation

### 8.1 Nollalternativet – dagvattenutsläpp som idag

Oljeavskiljare har installerats för delar av nytillkomna parkeringsytor och parkeringsdäck. För övriga ytor saknas åtgärder för påsläppskontroll. Information och dokumentationen av oljeavskiljarnas områdestäckning, utförande och skötsel (dimensionering, ev. by-passfunktion, tillsyn) är otillräcklig i nuläget. Funktionen är därmed inte möjlig att bedöma. Till dess att fullgod dokumentation har redovisats måste funktionen ifrågasättas/underkännas. Dessutom har oljeavskiljare dåligt dokumenterad reningsförmåga för rening av dagvatten. Enligt gällande EU-norm ska en riktigt dimensionerad klass 1-oljeavskiljare rena vattnet så att utgående halt understiger 5 mg olja/l. Detta är en mycket hög halt som aldrig eller mycket sällan bör uppstå i dagvatten. En förutsättning för långsiktig rening är också att oljeavskiljaren har en så kallad förbiledningsfunktion, något som nyare avskiljare har, men äldre saknar. Saknas förbiledningsfunktion spolas oljan ur då flödet överstiger dimensionerade flöde. Viss oljeavskiljande funktion för det samlade dagvattnet bedöms också finnas innan det leds ut i Kyrkviken då den ursprungliga huvudledningen är dränkt på en sträcka. Den dränkta

ledningssträckan medför också en katastrofskyddsfunktion då vattenytan uppströms är tillgänglig med sugbil.

Dagvattenledningarna mynnar mot sydost, vilket riskerar medföra en plym av grumlighet som sträcker sig in på de privata vattenområdena i viken. Tunga och stora partiklar kommer att sedimentera närmast ledningens utlopp, men finare material, som också innehåller de största mängderna föroreningar, kommer att sedimentera längre från utloppet, sannolikt i den inre vikens centrala och södra delar.

### Värdering enligt kravspecifikationen:

Kriterium	Uppfyllelse	Kommentar
Smittskydd	Tveksamt	Okontrollerat dagvatten kan nå privata tomter utan fördröjning/utspädning.
Förhindra utsläpp av olja och andra flytande föroreningar, samt katastrofskydd	Oklar + delvis	Oklar omfattning av skydd mot oljespill m h a bef. OA. Befintlig huvudledning dränkt på sträcka och åtkomlig för sugning. Ger katastrofskydd och en viss oljeavskiljande funktion. Ny bräddledning för extremflöden ej dränkt, saknar skydd.
Reducera utsläpp av tungmetaller	Nej	Endast viss påsläppskontroll finns (ett magasin), ingen rening vid utsläppspunkten.
Reducera utsläpp av fosfor	Nej	Endast viss påsläppskontroll finns (ett magasin), ingen rening vid utsläppspunkten.
Förhindra synupplevelse av smutsigt eller grumligt vattenutsläpp vid norra stranden	Nej	Utsläppet och smutsplymen syns tydligt.
Förhindra sedimentation och grumling inom privata vattenområden	Nej	Utsläppsplymen är riktad mot privata fastigheter.
Ekonomiskt rimlig	Ja	Nuvarande kostnad är låg. Utrymme för ytterligare åtgärder finns.
Teknisk tillförlitlighet	Ja	
Lokal anpassning	Tveksamt	Litet ingrepp i vattenområde (fri vattenspegel), men synliga trummor.
Skötsel och kontroll	Ja	Av ledningssystemet.
Mervärden	Saknas	Se "lokal anpassning" ovan. Inga ytterligare mervärden har identifierats.

**Slutsats:** Flera av kravspecifikationens kriterier för recipientskyddet bedöms inte vara uppfyllt av nollalternativet.

## 8.2 Alternativ 1 – Ursprungligt förslag till skärmbassäng (WSP)

Dimensioneringen av den föreslagna skärmbassängen har gjorts i enlighet med gällande "praxis" för dagvattenreningsanläggningar av typen sedimentationsmagasin. Forskning från bl.a. Chalmers har visat att det finns ett "reningsoptimum" (vad gäller kostnadseffektivitet) för sedimentationsmagasin. Magasinens avskiljningsförmåga ökar upp till en storlek motsvarande ca 2,5 % av avrinningsområdets hårdgjorda yta. Därefter planar avskiljningsförmågan ut. Den föreslagna skärmbassängen har en yta som motsvarar ca 2 % av det hårdgjorda avrinningsområdet, vilket gör att den bör anses som kostnadseffektiv.

Den planerade skärmbassängen har dimensionerats för att klara att avskilja 70-90 % av suspenderat material (slam), 40-50 % av fosfor och 20-80 % av metaller. Dimensioneringen och beräknade reningseffekter bygger på den empiriska kunskap som finns i Sverige av dagvattenanläggningars reningseffekt (som dock fortfarande är begränsad).

En stor del av det slam som transporteras med dagvattnet kommer, enligt den dimensionering som är gjord, att sedimentera i skärmbassängen. Det tyngsta slammet (sandningssand etc.) kommer att sedimentera i anläggningens inledande del. Det finare materialet, som innehåller de största föroreningsmängderna, kommer att sedimentera i den efterföljande bassängvolymen. Skärmbassängen kommer också att avskilja oljeföroreningar, vilket sker genom att olja med lägre densitet flyter upp till ytan där den kan brytras ner (små mängder) eller saneras (vid större utsläpp). Ytterligare en funktion hos skärmbassängen är *katastrofskyddet*, dvs. den kan fånga upp föroreningar som släpps ut vid t.ex. trafikolyckor eller vatten från brandsläckning, så att de kan sugas upp innan de når Järlasjön.

Skärmbassängens har i WSP:s utredning dimensionerats utifrån ett vattendjup på i genomsnitt 4,5 m. Enligt djupkartan ligger vattendjupet inom intervallet <2 m till ca 3,5 m. Medeldjupet bör då vara ca 2-2,5 m, vilket ger hälften så lång uppehållstid som anges i rapporten.

### Värdering av förslaget enligt kravspecifikationen

Kriterium	Uppfyllelse	Kommentar
Smittskydd	Ja	Reningsanläggningen skapar god uppehållstid för sedimentering av partiklar däribland smittämnen. Utformningen av bassängen leder utsläppet österut bort från privata strandområden mot mer välventilerat vattenområde i Järlasjön.
Förhindra utsläpp av olja och andra flytande föroreningar samt katastrofskydd	Ja	Reningsanläggningen har en särskild avdelning för oljeavskiljning, men saknar förbiledningsfunktion.
Reducera utsläpp av tungmetaller	Ja	Reningsanläggningen är dimensionerad för sedimentation av även finare partiklar, där en stor del av tungmetallerna finns.
Reducera utsläpp av fosfor	Ja	Partikulär fosfor kommer till stor del att sedimentera i anläggningen.
Förhindra synupplevelse av smutsigt eller grumligt vattenutsläpp vid norra stranden	Ja	Grumligheten kommer att begränsas till bassängområdet.
Förhindra sedimentation och grumling inom privata vattenområden	Ja	Dels sker sedimentation i bassängområdet och dels leds utsläppet efter bassängen österut bort från privata strandområden.
Ekonomiskt rimlig	Ja	Kostnaden beräknas till ca 2 kr/m <sup>3</sup> behandlat vatten per år.
Teknisk tillförlitlighet	Ja	Tekniken kan anses välbeprövad (liknade anläggningar finns sedan 1980-talet i Stockholm). Dokumentation av reningseffektivitet är dock bristfällig.
Lokal anpassning	Nej	Anläggningen riskerar att bli ett dominerade inslag i vikens inre del och medför relativt stor minskning av den fria vattenytan. Vattenomsättningen i vikens innersta del kan ev. påverkas negativt.
Skötsel och kontroll	(Ja)	Oklart hur kostsamt och vilka lokala störningar som uppstår vid sugmuddring.
Mervärden	Ja	Anläggningen kan kombineras med båtplats, brygga, och bänkar. Mervärdet dock troligen avhängigt anläggningens övriga framtoning.

**Slutsats:** Alternativ 1 uppfyller i allmänhet kravspecifikationen men klarar inte kraven på lokal anpassning, främst på grund av det stora anspråkstagandet av fria vattenyta som anläggningen medför.

### 8.3 Alternativ 2 – Modifierat förslag till skärmbassäng i kombination med åtgärder inom Sickla köpkvarter

Förutom skärmbassäng inkluderar förslaget åtgärder i samband med underhåll eller om-/nybyggnad för förbättrad påsläppskontroll. Åtgärderna innebär dels ändring av parkeringsytors utformning så att dagvatten infiltrerar genom gräsyta eller annan genomsläpplig yta och utjämnas i underliggande, porös kropp. Vattnet förhindras att infiltrera underliggande massor med hjälp av geomembran. Dels avses användande av s.k. ”gröna tak”.

#### Värdering av förslaget enligt kravspecifikationen

Kriterium	Uppfyllelse	Kommentar
Smittskydd	Ja	Reningsanläggningen skapar uppehållstid för sedimentering av partiklar däribland smittämnen. Flytskärmen leder utsläppet österut bort från privata strandområden mot mer välventilerat vattenområde i Järlasjön.
Förhindra utsläpp av olja och andra flytande föroreningar samt katastrofskydd	Ja	Reningsanläggningen är utförd med en särskild avdelning för oljeavskiljning, samt funktion för förbiledning för att förhindra urspolning av olja.
Reducera utsläpp av tungmetaller	Ja	Reningsanläggningen är dimensionerad för sedimentation av även finare partiklar, där en stor del av metallföroreningarna finns. <i>OBS! Beroende av hur lång skärm som anläggs.</i>
Reducera utsläpp av fosfor	Ja	Partikulär fosfor kommer till stor del att sedimentera i anläggningen. <i>OBS! Beroende av hur lång skärm som anläggs.</i>
Förhindra synupplevelse av smutsigt eller grumligt vattenutsläpp vid norra stranden	Ja	Grumligheten kommer att begränsas till bassängområdet.
Förhindra sedimentation och grumling inom privata vattenområden	Ja	Dels sker sedimentation i bassängområdet och dels leds utsläppet efter bassängen österut bort från privata strandområden.
Ekonomiskt rimlig	Ja	Kostnaden beräknas till < 2 kr/m <sup>3</sup> behandlat vatten per år.
Teknisk tillförlitlighet	Ja	Tekniken kan anses väl beprövad även om utförandet troligen inte tidigare använts.
Lokal anpassning	Ja	Anläggningen ges en mer långsträckt form och hamnar därmed längre ifrån privata vattenområden. Med påsläppskontrollåtgärder och/eller sugmuddring utanför skärm kan anläggningens storlek ev. krympas.
Skötsel och kontroll	(Ja)	Oklart hur kostsamt och vilka lokala störningar som uppstår vid sugmuddring.
Mervärden	Ja	Anläggningen kan kombineras med båtplats, brygga och bänkar.

**Slutsats:** Anläggningen i kombination med föreslagna åtgärder inom Sickla köpkvarter uppfyller den allmänna kravspecifikationen. Inskränkningen av den fria vattenytan bedöms vara acceptabel.

## 9 Sammanfattande slutsatser

- Kommunens recipientprovtagning och de inom detta uppdrag genomförda undersökningarna visar att näringssituationen i Järlasjön långsiktigt håller på att förbättras.
- Järlasjöns vattenkvalitet och status avgörs sannolikt inte av dagvattenhanteringen i Sickla köp kvarter. Å andra sidan beräknas dagvattnet därifrån medföra ett inte obetydande tillskott av föroreningar och närsalter och en oproportionellt stor andel av förorenings- och näringsbidraget från näravrinningsområdet. Detta gör åtgärder klart motiverade i enlighet med kommunens intentioner. I takt med att tillförseln från sjöarna uppströms minskar, ökar också den relativa betydelsen av förbättrad dagvattenhantering.
- De höga halterna av tungmetaller och organiska föreningar i Kyrkvikens sediment är snarast en effekt av den tidigare industriverksamheten (runt sjön).
- Det här framarbetade alternativet (alternativ 2) möter till skillnad från övriga alternativ samtliga krav i den uppställda kravspecifikationen. Det sämsta alternativet bedöms vara nollalternativet (dagvattenutsläpp som idag). Ett genomförande av alternativ två förordas därför.
- Orsaken till siktdjupets försämring i Järlasjön bör utredas. Är den (1) orsakad av ett underskott på rovfisk i förhållande till mängden vitfisk?, eller (2) orsakad av en toxisk störning av zooplanktonsamhället?
- Effekten av sedimentets höga tungmetallinnehåll bör utredas. Finns det en koppling till en eventuell störning på zooplanktonsamhället? Finns det en koppling till eventuell brist på rovfisk?
- En systematisk genomgång av tätbebyggelsen inom avrinningsområdet för förbättrad påsläppskontroll och LOD-åtgärder föreslås som strategisk åtgärd för att säkerställa en fortsatt förbättrad utveckling av näringssituationen i sjön.
- För förbättrad kontroll av den fortsatta utvecklingen av Järlasjöns vattenmiljö bör övervägas analys av klorfyll och fler provtagningstillfällen inom recipientprovtagningen (samma frekvens som i Ältasjön?).

# Bilagor