



FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER FÖR FÖRBÄTTRAD EKOLOGISK STATUS I NEGLINGEVIKEN OCH VÅRGÄRDSSJÖN

– producerad av WRS (Rapport 2013-0556 A)

Förslag till åtgärder för förbättrad ekologisk status i Neglingeviden och Vårgårdsjön

Nacka kommun



Rapport nr 2013-0556-A

Författare: Daniel Stråe och Dimitry van der Nat, WRS Uppsala AB

2013-06-04

Innehåll

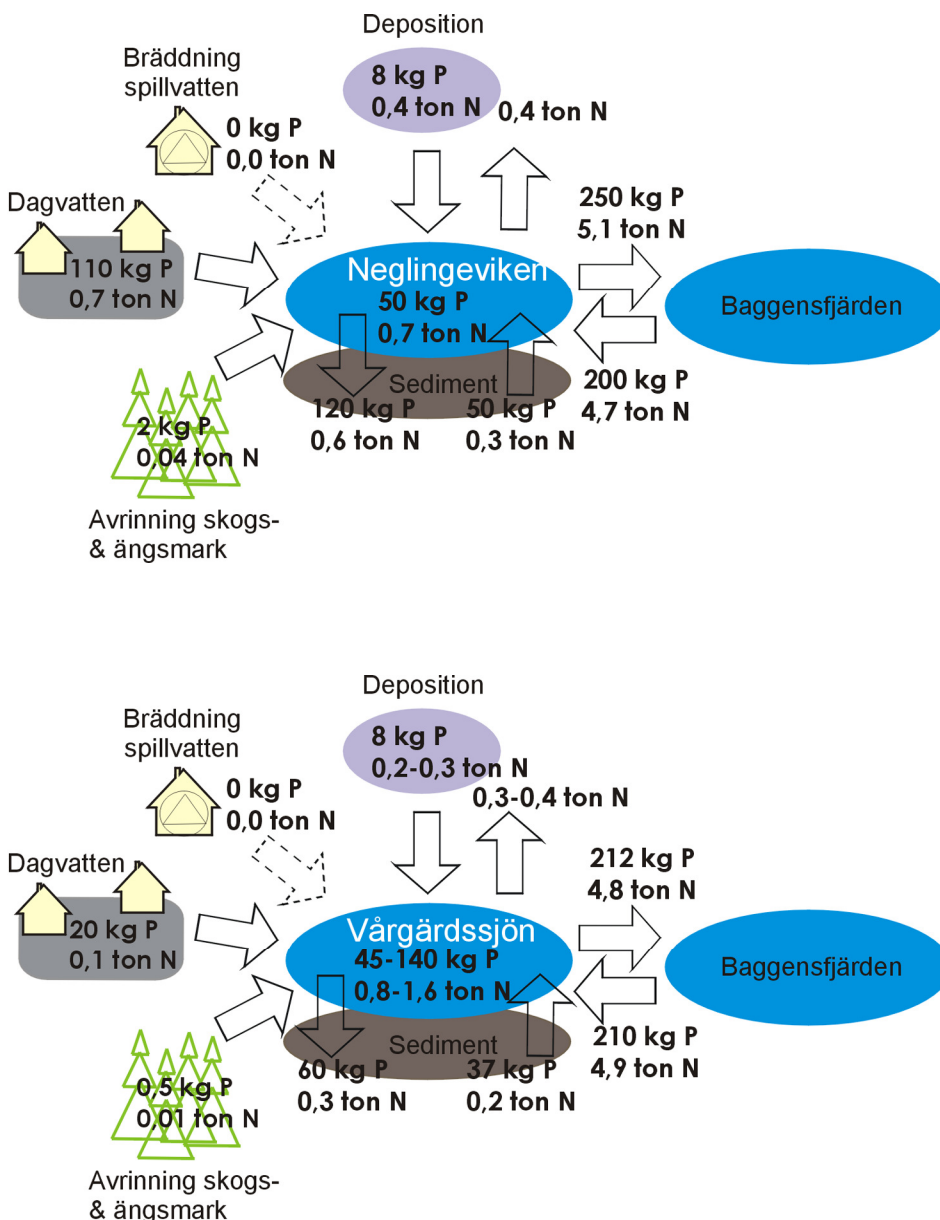
Sammanfattning	3
1. Inledning.....	4
1.1. Bakgrund	4
1.2. Syfte	4
1.3. Metod	4
1.4. Utredningsunderlag.....	5
2. Neglingeviden och Vårgårdssjön.....	5
2.1. Allmänt	5
2.2. Näringsstatus.....	7
3. Närsaltbudgetar.....	10
3.1. Näringspoolen i vattenmassan.....	10
3.2. Beräknad belastning av fosfor och kväve via avrinning från respektive avrinningsområde och deposition på sjöytan.....	11
3.3. Bräddning av spillvatten.....	13
3.4. Inströmning från Baggensfjärden.....	13
3.5. Beräknad internbelastning av fosfor från sediment.....	14
3.6. Summering och slutsatser	15
4. Förslag till åtgärder för minskad näringsbelastning	18
5. Övriga beaktade åtgärder.....	21

Bilaga 1. Djupkartor över Neglingeviden och Vårgårdssjön

Bilaga 2. Undersökning av rörlig fosfor i Neglingevidens och Vårgårdssjöns
bottensediment. Naturvatten, 2013.

Sammanfattning

Neglingeviden och Vårgårdssjön är två övergödda havsvikar i Nacka kommun. Båda vikarna är vattenförekomster med otillfredsställande respektive måttlig ekologisk ytvattenstatus och med tidsfrist för god status till år 2021. Utredningen beskriver och tolkar nuvarande närsaltsituation utifrån tidigare uppmätta data, modellerade data från SMHI:s kustvattenmodell och utifrån genomförd sedimentprovtagning (Naturvatten), samt ger förslag till förbättringsåtgärder. Båda vikarna domineras av utbytet med Baggensfjärden. Rådande närsaltsituationer sammanfattas i budgetar för respektive vik, vilka illustreras i figurerna nedan.



I båda vikarna bedöms minskad belastning av fosfor via dagvatten ha högst prioritet.

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Neglingeviden och Vårgårdssjön är två övergödda havsvikar i Nacka kommun. Båda vikarna är vattenförekomster och har god kemisk ytvattenstatus, men otillfredsställande respektive måttlig ekologisk ytvattenstatus. Vikarna har båda en grund vattenförbindelse (tröskel) med angränsade havsområde, Baggensfjärden.

Tillrinningsområdena domineras av villabebyggelse, men inom Neglingevidens tillrinningsområde finns också Saltsjöbadens köpcentra, en golfklubb och en slalombacke delvis uppbyggd av fyllnadsmassor.

1.2. Syfte

WRS har på uppdrag av Nacka kommun utrett orsakerna till nuvarande närsalt-situation och tagit fram förslag till förbättringsåtgärder. Detta som ett steg i arbetet med att nå god ekologisk status i de båda havsvikarna till år 2021.

Utredningen syftar mer precist till att

- 1) kvantifiera och beskriva nuvarande näringsituation, liksom den interna och externa belastningen, samt till att
- 2) identifiera och föreslå relevanta åtgärder för att förbättra situationen.

Beställarens representant har varit Birgitta Held-Paulie och uppdraget har utförts av Daniel Stråe och Dimitry van der Nat på WRS.

1.3. Metod

Utredningsarbetet inkluderar schablonberäkningar av tillförda mängder fosfor och kväve från respektive tillrinningsområde

- 1) via dagvatten och naturlig avrinning samt genom direktdeposition på vattenytan
- 2) och från punktkällor som bräddningar från spillvattennätet.

Vidare har uppskattningar av utbytet av fosfor och kväve mellan vattenmassa och botten gjorts.

Sedimentprovtagning, sedimentundersökningar och beräkningar av rörlig fosfor i provtagningspunkterna har gjorts av Naturvatten AB. Fosforfraktionering och andra analyser har gjorts av Erkenlaboratoriet.

I kombination med sjövolymuppgifter, modellerade näringsnivåer i vattenmassan och uppmätta näringsnivåer sommartid samt modellerat utbyte med Baggensfjärden (SMHI:s kustvattenmodell), har näringsbudgetar för respektive vik beräknats.

Ingen platsspecifik, kalibrerad utbytesmodell har funnits att tillgå och har heller inte varit möjlig att ta fram inom ramen för uppdraget. Uppmätta data på närsalthalterna och övriga basparametrars årstidsvariationer i vattenmassan saknas.

Efter genomgång av särskilda objekt som golfbanan och slalombacke, fältvandring i tillrinningsområdena samt kontakter med beställaren, har förslag till åtgärder arbetats fram.

1.4. Utredningsunderlag

- Digitalt kartunderlag (dwg) för de båda recipienterna inkl tillrinningsområden med topografi, vägar, gator, bebyggelse, dagvattenledningar, diken, strandkant och ev. pumpstationer spill
- Förslag till reviderat kontrollprogram 2008-2010 för dagvatten från Saltsjöbadens Golfbana
- Miljörapport 2011 Saltsjöbadens Golfklubb
- Modellerade data från SMHI:s kustvattenmodell version 2011
- Sveriges Vattenekologer AB, 2011. Marin inventering vid Svärdsön i Nacka kommun 2011. Undersökningar inför ett blivande naturreservat.
- Uppgifter om bräddningar från spillvattennätet från kommunens VA-enhet
- VISS. Vattenmyndighetens klassningar av ekologisk och kemisk status.
- Walve, J. 2012. Svealands kustvattenvårdsförbund, Stockholms universitet. Resultat av undersökningar av vattenkvalitet i Neglingeviden och Vårgårdssjön i Nacka kommun, juli och augusti 2011.
- Walve, J. 2013. Svealands kustvattenvårdsförbund, Stockholms universitet. Resultat av undersökningar av vattenkvalitet i Neglingeviden och Vårgårdssjön i Nacka kommun, juli och augusti 2012.

2. Neglingeviden och Vårgårdssjön

2.1. Allmänt

Neglingeviden

Neglingeviden (även kallad Neglingemaren) ligger i Nacka kommuns sydöstra del, innanför Baggensfjärden och Neglingeviden i Saltsjöbaden (Figur 1). Viken sträcker sig knappt 2 km i nord-sydlig riktning och är som bredast ca 0,5 km. Vattenytan är ca 38 ha och volymen 1,6 Mm³, med ett största djup på 8,8 m och ett medeldjup på 4,2 m (bilaga 1 och Tabell 1). Viken förbinds med Pålnäsviken i Baggensfjärden via ett ca 20 m brett och mindre än 3 m djupt sund. Viken har utifrån kustvattenvårdsförbundets provtagningar (vilka beskrivs närmare i senare avsnitt) inget utpräglat skiktat djupvatten sommartid.

Avrinningsområdet är ca 4,6 km² och domineras av villaområden, skog och Saltsjöbadens golfbana. Sjöytans andel är knappt 10 %. Inga punktkällor i form av industrier eller avloppsreningsverk finns inom avrinningsområdet, men flera pumpstationer för spillvattennätet. Medeltillrinningen beräknas till 25 l/s (SMHI; beräknat med S-HYPE; perioden 2000-2010), vilket obeaktat inströmning från Baggensfjärden skulle ge en omsättningstid på nästan 25 månader. Till följd av utbytet med Baggensfjärden beräknar SMHI omsättningstiden till ca 35 dagar och att andelen utsjövatten uppgår till nästan 85 %. Vattenutbytet med Baggensfjärden beräknas till i medeltal ca 480 l/s.



Figur 1. Neglingevidens och Vårgårdssjöns lokalisering med tillhörande avrinningsområden markerade med röd heldragen linje.

Tabell 1. Korta fakta om Neglingeviden (SMHI)

Havsområdesid	657608-164193
Vattendistrikt	3
Mittpunkt,RT90	591693, 181792
Maxdjup [m]	8
Area [km²]	0,36
Volym [km³]	0,0017
Djup [m]	Volym från yta till aktuellt djup [miljoner m³]
0,5	0,2
5	1,4
8	1,7

Saliniteten i Neglingeviden var i medeltal 4,60 PSU i ytvattnet och 4,78 PSU o bottenvattnet (ca 6 m djup) i juli och augusti under perioden 2009-2012¹. I Baggensfjärden var motsvarande värden 4,52 och 5,00 PSU (0,5 m respektive 5 m djup) under samma period.² Värdena visar på ett typiskt strömningsmönster där sött ytvatten från avrinningsområdet skiktas in sig på ytan och strömmar ut i

¹ Motsvarande modellerade årsmedelvärden från SMHI för perioden 2000-2010 var 4,74 PSU respektive 4,91 PSU (5 m).

² Under antagande att saliniteten utan inflöde från Baggensfjärden skulle varit ca 0,1 PSU, utgjordes vattnet sommartid till mer än 90 % av utsjövatten.

Baggensfjärden samtidigt som bräckt utsjövatten strömmar in i viken utmed botten.

Vårgårdssjön

Vårgårdssjön ligger i Nacka kommuns sydöstra del, mellan Solsidan i norr och väster, och Garvkroken och Svärdsön i öster (Figur 1). Viken sträcker sig drygt 1,5 km i riktning nordväst-sydöst och är som bredast ca 0,5 km. Vattenytan är ca 38 ha och volymen 2,7 Mm³, med ett största djup på 15 m och ett medeldjup på 7,0 m (Tabell 2). Viken förbinds med Baggensfjärden via ett knappt 6 m brett och mindre än 3 m djupt sund. Viken har ett utpräglat skiktat, näringsrikt, syrefattigt och saltare bottenvatten under 6-7 m djup sommartid utifrån Svealands Kustvattenförbunds provtagningar.

Avrinningsområdet är ca 1,5 km² och domineras av villaområden och skog. Sjöytans andel är 26 %. Inga punktkällor i form av industrier eller avloppsreningsverk finns inom avrinningsområdet, men flera pumpstationer för spillvattenätet. Medeltillrinningen beräknas till 10 l/s (SMHI; beräknat med S-HYPE; för perioden 2000-2010), vilket utan hänsyn till inströmningen från Baggensfjärden skulle ge en omsättningstid på nästan åtta år. Till följd av utbytet med Baggensfjärden beräknar SMHI omsättningstiden till ca 72 dagar och att andelen utsjövatten uppgår till nästan 85 %. Vattenutbytet med Baggensfjärden beräknas av SMHI till i medeltal ca 500 l/s.

Saliniteten i Vårgårdssjön var i medeltal 4,77 PSU respektive 5,22 PSU i yt- respektive bottenvatten (ca 15 m djup) i juli och augusti under perioden 2009-2012. I Baggensfjärden var motsvarande värden 4,52 och 5,00 PSU (0,5 m respektive 5 m djup) under samma period.

Tabell 2. Korta fakta om Vårgårdssjön (SMHI)

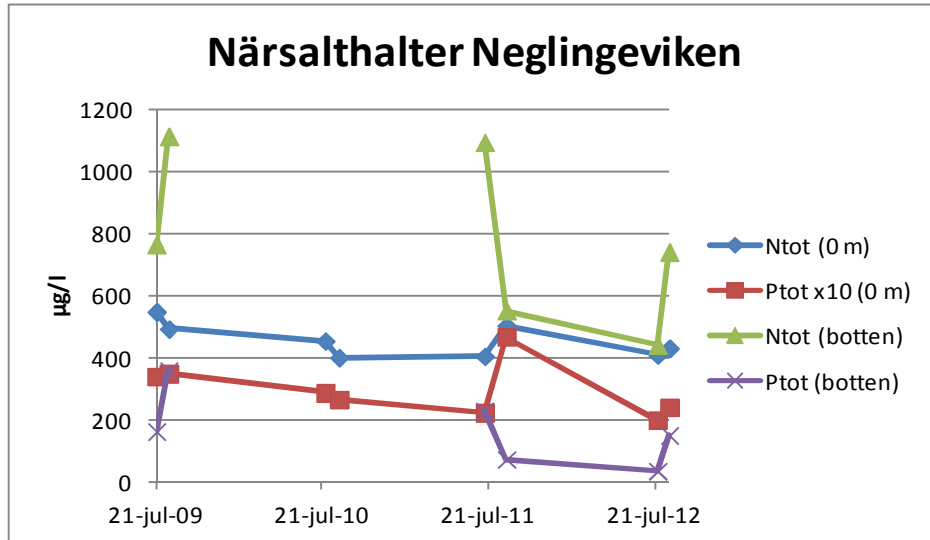
Havsområdesid	657412-164249
Vattendistrikt	3
Mittpunkt,RT90	591587, 181844
Maxdjup [m]	15
Area [km²]	0,37
Volym [km³]	0,0027
Djup [m]	Volym från yta till aktuellt djup [miljoner m³]
0,5	0,2
5	1,4
10	2,2
15	2,7

2.2. Näringsstatus

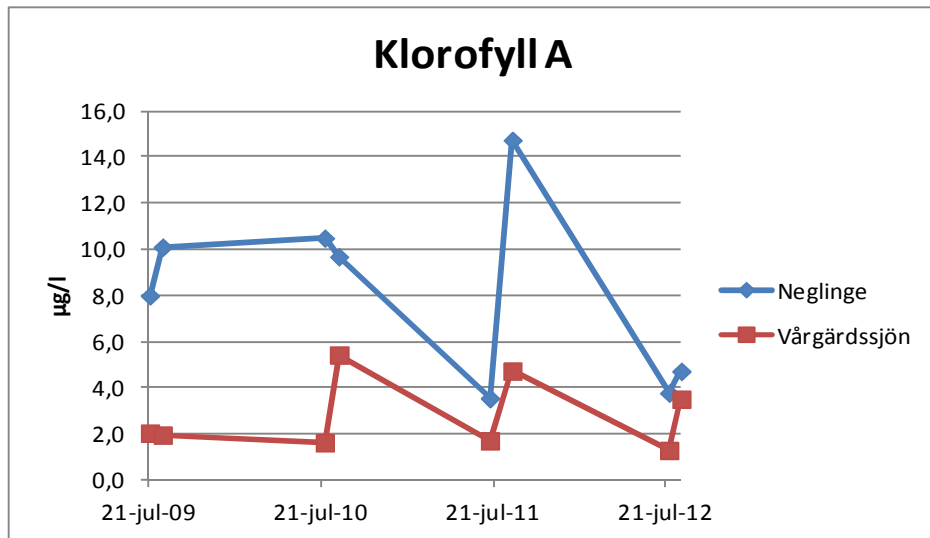
Neglingeviden

Utifrån data från Svealands kustvattenförbunds provtagningar (som genomförs av Systemekologiska institutionen vid Stockholms universitet) i juli och augusti under åren 2004-2009 har Vattenmyndigheten klassificerat den ekologiska statusen till otillfredsställande. Bedömningen baseras på klorfyldata, siktdjup och sommarhalter av totalkväve och totalfosfor. Samtliga parametrar indikerar otillfredsställande status eller dålig status (dålig status avser fosforhalten). Bedömningen baseras helt eller delvis på data från endast ett år.

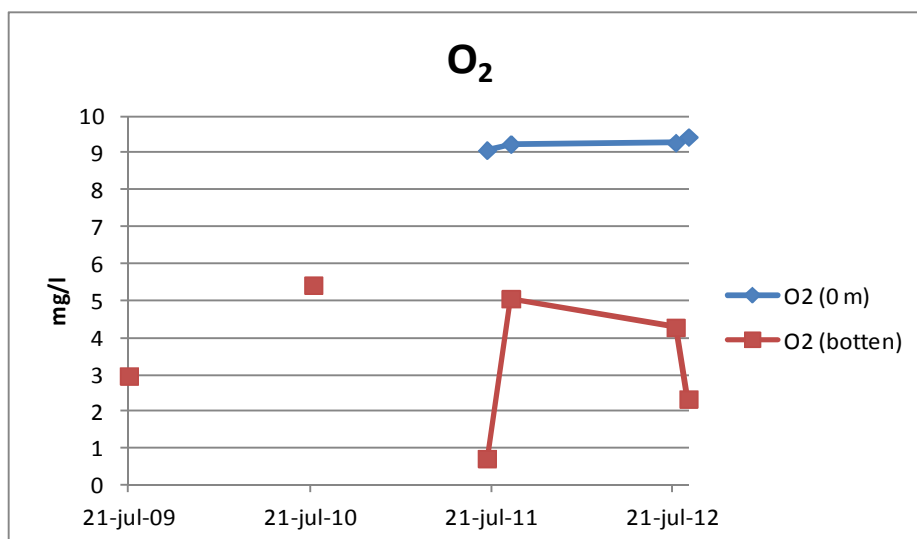
Senare data från Svealands kustvattenförbunds provtagningar, för åren 2009-2012, indikerar en oförändrad situation (Figur 2-Figur 5). Möjligen finns tendenser till en långsam förbättring, men det kan också vara fråga om tillfälliga variationer. Medelhalterna av fosfor, kväve och klorofyll A var under juli och augusti dessa år 29,8 µg P/l; 0,46 mg N/l respektive 8,1 µg/l.



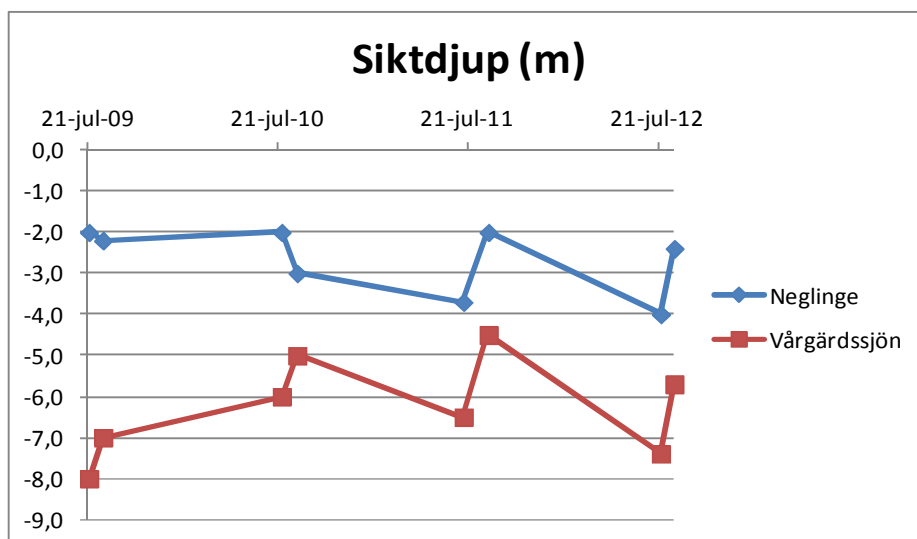
Figur 2. Koncentrationer av kväve (N-tot) och fosfor (P-tot) i µg/l i Neglingeviden vid vattenytan och nära botten i juli och augusti 2009-2012. Observera att fosforhalten i ytvattnet har skalats upp med en faktor 10.



Figur 3. Koncentrationer av Klorofyll A i µg/l i Neglingeviden och Vårgårdssjön i juli och augusti 2009-2012.



Figur 4. Syrgaskoncentrationer i mg/l vid ytan och nära botten i Neglingevisken i juli och augusti 2009-2012.

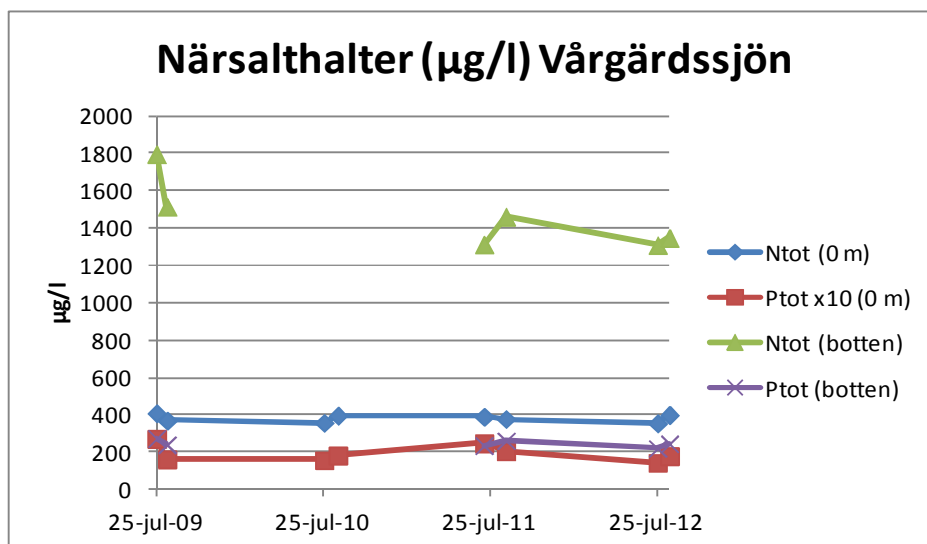


Figur 5. Siktdjup i meter i Neglingevisken och Vårgårdssjön i juli och augusti 2009-2012.

Vårgårdssjön

Vattenmyndigheten har klassificerat den ekologiska statusen till måttlig utifrån data från Svealands kustvattenförbunds provtagningar i juli och augusti under åren 2004-2009. Bedömningen baseras på klorofylldata, siktdjup och sommarhalter av totalkväve och totalfosfor. Växtplankton uppvisar god status, men allmänna förhållanden uppvisar otillfredsställande status och sänker därmed statusen till måttlig. Bedömningen baseras helt eller delvis på data från endast ett år.

Senare data från Svealands kustvattenförbunds provtagningar, för åren 2009-2012, indikerar en oförändrad situation (**Fel! Hittar inte referenskälla.**). Medelhalterna av fosfor, kväve och klorofyll A var under juli och augusti dessa år 19,4 µg P/l; 0,38 mg N/l respektive 2,8 µg/l. Den genomsnittliga klorofyllnivån 2009-2012 indikerar måttlig status i Vårgårdssjön, men värdena ligger nära gränsen till god status. Genomsnittligt siktdjup under 2009-2012 var 6,3 m vilket klassificeras som god status.



Figur 6. Koncentrationer av kväve (Ntot) och fosfor (Ptot) i µg/l i Vårgårdssjön vid vattenytan och nära botten i juli och augusti 2009-2012. Observera att fosforhalterna i ytvattnet har skalats upp med en faktor 10.

Dykningar som gjordes i Vårgårdssjön utmed totalt fyra transekter vid den marina inventeringen runt Svärdsjön 2008 och 2011 avtecknar en bottenmiljö med kala hårbottenar med mestadels artfattiga samhällen och mycket sediment samt grunda mjuk-, sand- och grusbottenar med frodiga, artrika växtsamhällen av löslivande blåstång, kransalger och/eller kärlväxter. Vegetation förekom ned till 7 m djup och täckte mer än 25 % av botten ned till 5 m djup. Fastsittande blåstång förekom ned till 5,5 m djup. Totalt noterades 16 växttaxa 2011, varav sju alger, fyra kransalger och fem kärlväxter. Enligt Sveriges Vattnekologers naturvärdesbedömning baserad på vegetationen hade Vårgårdssjön högt naturvärde (lika högt som Erstaviken, och högre än Baggensfjärden).

Bilden av ett näringspåverkat, men fortfarande väl fungerande ekosystem med höga värden ovanför det djupare bottenvattnet under 6-7 m djup avtecknar sig.

3. Närsaltbudgetar

3.1. Näringspoolen i vattenmassan

Den antropogena tillförseln av närsalter till vikarna sker genom deposition från luften, genom näringsläckage från rural mark i avrinningsområdet, via dagvattnet från urbana områden som bl a påverkas av hundbajs och trädgårdsgödsel användning, via bräddningar från spillvattennätet och indirekt via inströmning från Baggensfjärden. Enskilda avlopp finns enligt uppgift från kommunen inte inom avrinningsområdena. Tömning av båtlatrin bedöms heller inte vara något problem. Mellan bottensediment och vattenmassa sker dessutom ett utbyte av näringsämnen (ackumulation och frigörelse).

Neglingeviden

Den genomsnittliga näringspoolen i vattenmassan har beräknats med hjälp av SMHI:s modellerade närsaltprofiler på 0,5; 5 och 8 m djup för åren 2000-2010 i

kombination med vattenvolymer för djupskikten 0-0,5 m; 0,5-5 m och 5-8 m. Vattenmassan skulle utifrån dessa siffror innehålla ca 30 kg fosfor och 0,5 ton kväve. SMHI:s modellerade medelhalter av totalfosfor och totalkväve i ytvattnet (0,5 m) är 17 µg P/l respektive 0,32 mg N/l. Dessa halter liksom modellerade månadshalter för juli och augusti (18 µg P/l respektive 0,30 mg N/l) tycks vid jämförelse med uppmätta halter i juli och augusti under åren 2009-2012 (30 µg P/l respektive 0,46 mg N/l) vara underskattade med 35-45 %. Utifrån mätdata från juli och augusti kan poolen istället uppskattas till 50 kg P och 0,7 ton kväve.

Vårgårdssjön

Näringspoolen i vattenmassan har på motsvarande sätt beräknats med hjälp av SMHI:s modellerade närsaltprofiler på 0,5; 5; 10, och 15 m djup för åren 2000-2010 i kombination med vattenvolymer för djupskikten 0-0,5 m; 0,5-5 m; 5-10 och 10-15 m. Vattenmassan skulle utifrån dessa siffror innehålla ca 45 kg fosfor och 0,8 ton kväve.

SMHI:s modellerade årsmedelhalter av totalfosfor och totalkväve i ytvattnet (0,5 m) är 14 µg P/l respektive 0,30 mg N/l. Dessa halter liksom modellerade månadshalter för juli och augusti (11 µg P/l respektive 0,29 mg N/l) tycks dock vid jämförelse med uppmätta halter i juli och augusti under åren 2009-2012 (19 µg P/l respektive 0,38 mg N/l) vara underskattade med 25-40 %.^[1]

Motsvarande årsmedelhalter från djupvattnet (10-15m) är enligt SMHI:s modell 25 µg P/l och 0,33 mg N/l. Dessa halter liksom modellerade månadshalter för juli och augusti (37 µg P/l respektive 0,35 mg N/l) tycks dock vid jämförelse med uppmätta halter i juli och augusti under åren 2009-2012 (247 µg P/l respektive 1,46 mg N/l) vara underskattade med 75-85 %.^[1]

Utifrån mätdata från juli och augusti för olika djupskikt kan den maximale poolen istället uppskattas till ca 140 kg P och 1,6 ton kväve, vilket ger ett avsevärt intervall för den beräknade näringspoolen i vattenmassan.

3.2. Beräknad belastning av fosfor och kväve via avrinning från respektive avrinningsområde och deposition på sjöytan

Bestämning av avrinningsområden har gjorts av kommunens VA-enhet med hänsyn till topografi och dagvattenledningsnät. Gränserna har granskats i sin helhet och justerats inom ickebebyggda delar och golfbanan (avrinningsområdena framgår av Figur 1). Kartering av markanvändningen har gjorts utifrån kommunkartan och webbaserade kart- och flygfototjänster. Utifrån kategoriserad markanvändning, nederbördsdata från SMHI och markanvändningsspecifika schabloner för avrinning och närsalthalter har sedan beräkningar gjorts av årliga närsaltmängder från tillrinningsområdet och via deposition på vattenytan

(Tabell 3 och Tabell 4). Uppdaterade schablonhalter och avrinningskoefficienter från beräkningsprogrammet StormTac har använts³.

Markanvändningen i avrinningsområdena domineras av tätbebyggelse i form av villor, flerfamiljshus och skolor, även om en del öppen mark och skogsmark förekommer. I Neglingevikens avrinningsområde finns dessutom ett mindre handel-/centrumområde, en slalombacke, Saltsjöbadens Golfklubb, några skolor, idrottsanläggningar samt park- och ängsmark.

Tabell 3. Markanvändningens arealer, avrinningskoefficienter, beräknad årsavrinning och transporterade närsaltmängder för Neglingevikens avrinningsområde

Mark-användning	Yta (ha)	Avrinningskoefficient	Årsavrinning (m ³ /år)	Medel-flöde (l/s)	P _{tot} (kg/år)	N _{tot} (kg/år)
Skogsmark	167.8	0.05	51690	1.6	1.8	38.8
Ängsmark	5.8	0.075	2680	0.1	0.5	2.7
Öppet vatten	38.3	1	235985	7.5	7.6	424.8
Villaområde	136.3	0.25	209953	6.7	42.0	293.9
Radhusområde	9.4	0.32	18534	0.6	4.6	26.9
Flerfamiljshus	25.4	0.45	70426	2.2	21.1	112.7
Centrum	9.1	0.7	39249	1.2	11.0	72.6
Skola	8.0	0.45	22181	0.7	6.7	35.5
Golfbana	40.5	0.18	44871	1.4	15.7	94.2
Skidbacke	4.9	0.05	1510	0.0	3.0	9.1
Idrottsanlägggn.	4.6	0.25	7086	0.2	0.9	8.5
Järnväg	4.2	0.5	12939	0.4	6.5	0.7
Park	5.3	0.18	5878	0.2	0.7	7.1
Summa	459.6		722 982	23	122	1127

Tabell 4. Markanvändningens arealer, avrinningskoefficienter, beräknad årsavrinning och transporterade närsaltmängder för Vårgårdssjöns avrinningsområde

Mark-användning	Yta (ha)	Avrinningskoefficient	Årsavrinning (m ³ /år)	Medel-flöde (l/s)	P _{tot} (kg/år)	N _{tot} (kg/år)
Skogsmark	49.5	0.05	15265	0.5	0.5	11.4
Öppet vatten	37.8	1	232905	7.4	7.5	419.2
Villaområde	54.0	0.25	83232	2.6	16.6	116.5
Radhusområde	0.9	0.32	1775	0.1	0.4	2.6
Flerfamiljshus	1.5	0.45	4159	0.1	1.2	6.7
Skola	0.7	0.45	1941	0.1	0.6	3.1
Järnväg	0.7	0.5	2157	0.1	1.1	0.1
Summa	145.2		341 433	11	28	560

Stormtac:s standardavrinningskoefficienter har använts i så stor utsträckning som möjligt. För slalombacken har avrinningskoefficienten för hygge använts till pisterna och dess övriga område kategoriserats som skog. De delar av Salt-

³ http://www.stormtac.com/page2_stormtac.htm

sjöbadens golfbana som ligger i avrinningsområdet har delats upp i skogsområden och områden för fairway/green.

Dagvattenflödena har beräknats baserat på en korrigerad nederbörd av 616 mm per år utifrån ett tabellvärde på 563 mm per år i Gustavsberg. Mätfelskorrigering har gjorts enligt SMHI:s generella mätfelskattningar.

Totalt beräknas dagvatten och övrig avrinning bidra med cirka 122 kg fosfor och 1,1 ton kväve per år för Neglingeviden. För Vårgårdssjön är motsvarande bidrag 28 kg fosfor och 0,56 ton kväve per år. Bortsett från atmosfärisk deposition på öppet vatten, är det dagvatten från villaområden som bidrar mest till närsalttillflödet till både Neglingeviden och Vårgårdssjön.

SMHI:s modellberäkningar (S-HYPE) för perioden 2000-2010 ger i medeltal en årlig tillförsel av 100 kg fosfor och 1,1 ton kväve till Neglingeviden via avrinningen från land⁴.

Motsvarande siffror för Vårgårdssjön innebär i medeltal en årlig tillförsel av 20 kg fosfor och 300 kg kväve via avrinningen från land.

3.3. Bräddning av spillvatten

Enligt uppgifter från kommunens VA-avdelning förekommer bräddningar från pumpstationer i området sällan och då i regel i liten omfattning.

Potentiella mängder av fosfor, kväve och BOD vid bräddning kan uppskattas med hjälp av empiriska halter i orenat avloppsvatten. Koncentrationen av totalfosfor i inkommande avloppsvatten till reningsverk brukar ligga mellan 4 och 10 mg/l, medan kvävekoncentrationen normalt ligger i intervallet 20-50 mg/l och BOD-halten mellan 150 och 200 mg/l. I mängder motsvarar detta per 100 m³ bräddat avloppsvatten 0,4-1 kg fosfor, 2-5 kg kväve och 15-20 kg BOD.

3.4. Inströmning från Baggensfjärden

Inströmningen av fosfor och kväve till Neglingeviden från Baggensfjärden beräknas av SMHI till i medeltal 200 kg P och 4,7 ton N per år för perioden 2000-2010.

För Vårgårdssjön beräknas motsvarande mängder vara 210 kg fosfor och 4,9 ton kväve per år under samma tidsperiod.

Den av SMHI beräknade tillförseln till vikarna via Baggensfjärden kan vara underskattad eftersom halterna i Baggensfjärden ner till 15 m djup modelleras ligga inom intervallet ca 15-17 µg/l både under juli-augusti och som årsmedelhalter, medan medelhalten av totalfosfor i ytvattnet enligt kustvattenförbundets sommarprovtagning är ca 20 µg/l.

⁴ Med S-HYPE 2012 blir siffrorna 60 kg fosfor och 0,8 ton kväve, men eftersom dessa siffror stämmer sämre överens med här beräknade har data från äldre S-HYPE version valts.

3.5. Beräknad internbelastning av fosfor från sediment

Sedimentprovtagning

Sedimentprovtagning gjordes den 8:e januari 2013 av Naturvatten AB. Vid provtagningen var vikarna isbelagda. Sedimentkärnor togs i två provpunkter i vardera vik. Samtliga provpunkter representerar vikarnas djupområden, där finpartikulärt sediment och förutsättning att frigöra fosfat kan förväntas. Provtagningsdjupen varierade mellan sex och åtta meter i Neglingeviden och runt tio meter i Vårgårdssjön. För ytterligare beskrivning av provtagningsmetodik, se Naturvattens rapport "Undersökning av rörlig fosfor i Neglingevidens och Vårgårdssjöns bottensediment", bilaga 2.

Resultat från sedimentundersökning

Sedimentet i Neglingeviden bestod genomgående av lergyttja. Inga svavelbakterier observerades. Sedimentanalyser visade på minskad totalfosforhalt med ökat sedimentdjup till följd av minskande halter av organiskt bunden fosfor med ökat djup. Mängden rörlig fosfor var 2,7 g/m² i norra delens djupområde (N1) och 7,7 g/m² i södra delen på 6 m djup (N2).

Sedimentet i Vårgårdssjön bestod till största del av svartgrå findetritusgyttja som var mycket lös i ytskiktet. Svavelvätebakterier noterades i sedimentkärna 1 på fyra till sex centimeters sedimentdjup. Sedimentanalyser visade även här på minskad totalfosforhalt med ökat sedimentdjup, till följd av minskande halter av organiskt bunden fosfor med ökat djup. Mängden rörlig fosfor var 3,7 g/m² i norra delen (V1) och 3,0 g/m² i södra delen (V2), alltså en ganska homogen fördelning.

Den rörliga andelen fosfor utgjordes nästan enbart av organiska fosforformer i båda vikarna. Andelen järnbunden fosfor var låg. Den långsiktiga läckagehastigheten beräknades till 0,2 g/m² och år i Neglingeviden baserat på den högre siffran rörlig fosfor och 0,1 g/m² och år i Vårgårdssjön. Lite anmärkningsvärt är det att totalfosforhalten var som högst i södra Neglingeviden på ett djup av 6 m (N2). Någon förklaring till detta har inte hittats.

Beräknat fosforläckage från botten

Det totala årliga fosforläckaget från vikarnas botten kan uppskattas med hjälp av en förenklad rumslig uppskalningsmodell där bottenmantelarean reduceras till en tvådimensionell projektion motsvarande vattenytan, och provtagningspunkterna antas representera hela botten, det vill säga både djup-, grund-, hård- och mjukbotten.

Eftersom djupet är ringa relativt ytans storlek utgör den tvådimensionella bottenmodellen endast mycket liten underskattning. Då närmare kännedom om bottenarnas rumsliga egenskapsvariationer saknas har inget försök till fördelning mellan olika botten typer gjorts. Sammantaget kan förenklingen antas innebära en överskattning. I Tabell 5 redovisas olika antaganden för att ringa in ett rimligt värde för Neglingeviden. Utifrån denna matris görs bedömningen att läckaget fosfor från botten maximalt uppgår till ca 50 kg fosfor per år (med en uppskattad felmarginal på 15 kg).

Baserat på en sjöyta på drygt 37 hektar och en läckagehastighet på 0,1 g/m² och år uppskattas läckaget från botten i Vårgårdssjön till 37 kg fosfor per år.

Tabell 5. Antaganden för rumslig uppskalning av beräknat fosforläckage från botten i Neglingeviden.

Område	Bottenarea m ²	Läckagehastighet g/m ² /år	Årsmängd kg/år	Kommentar
Hela	360 000	0,2	72	Maxantagande (orealistiskt)
Hela	360 000	0,1	36	Lågt antagande
Norra	260 000	0,1	26	N1 antas representera norra delen...
Södra	100 000	0,2	20	...och N2 södra delen

3.6. Summering och slutsatser

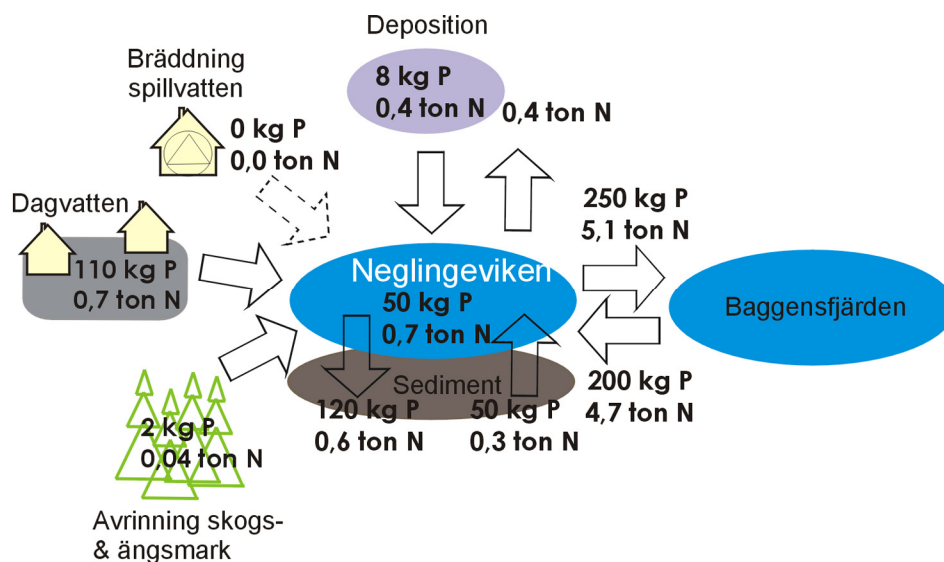
Neglingeviden

Det totala årliga flödet av fosfor och kväve till och från Neglingevidens vattenmassa beräknas uppgå till ca 370 kg respektive 6,1 ton. Tillförseln domineras av inflödet från Baggensfjärden om ca 200 kg fosfor och 4,7 ton kväve per år. Tillförseln via dagvatten är också betydelsefull, ca 110 kg fosfor och 0,7 ton kväve per år. De till ytan dominerande urbana markanvändningsslagen (villa- och flerbostadshusområden) samt golfbanan beräknas stå för de största bidragen till dagvattnet (Figur 7 och Tabell 6).

Frigörelsen av näringsämnen från botten beräknas till 50 kg fosfor och 0,3 ton kväve, vilket är mindre än den årliga tillförseln från land och mindre än bruttoackumuleringen. De ansträngda syreförhållandena på djupbottnarna förhindrar/begränsar bottenfaunan och bioturbationen. Men syreförhållandena har ingen eller liten påverkan på frigörelsen av fosfor från sedimentet. Den styrs av ackumuleringen och nedbrytningen av organiskt material, processer vilka i sin tur styrs av de förhöjda näringsnivåerna.

Nettoackumuleringen i sedimentet uppskattas till 70 kg fosfor och 0,3 ton kväve, vilket beräknats som skillnaden mellan den totala fosfortillförseln till vattenmassan och utförseln till Baggensfjärden. Bruttoackumuleringen om 120 kg fosfor per år motsvarar ca 3 kg fosfor per ha och år. Mängden frigjord och ackumulerad kväve har antagits ha ett storleksförhållande på ca 1:5 till fosformängderna. Avgången till atmosfären har beräknats som den kvarvarande skillnaden mellan tillförsel och utförsel av kväve. Beräkningarna förutsätter ett antagande om konstant näringsmängd i vattenmassan, vilket bedöms vara giltigt för rådande situation och för ett tidspann på några år.

Med minskad näringstillförsel i framtiden via företrädevis dagvattnet kommer nuvarande jämviktsförhållande att ändras och med tiden innebära en minskad näringspool i vattenmassan och minskad vidaretransport till Baggensfjärden.



Figur 7. Beräknad näringsbudget för Neglingevisken.

Idealt borde målsättningen vara att näringsnivåerna i Neglingevisken ska sjunka till Baggensfjärdens nivåer och vara desamma som i Baggensfjärdens övre vattenmassa, i dagsläget ca 20 µg P/l. I praktiken kommer det vara mycket svårt eller omöjligt eftersom påverkan från avrinningsområdet inte helt kan förhindras. En realistisk målsättning är alltså en begränsad påverkan i form av förhöjda näringsnivåer i förhållande till Baggensfjärdens halter. Att nå ner under Baggensfjärdens halter bedöms i praktiken vara omöjligt.

Genom en minskad påverkan i regional eller interkommunal skala kan tillförseln från Baggensfjärden förhoppningsvis också minska långsiktigt, vilket givetvis skulle ha positiv påverkan på Neglingeviskens vattenkvalitet.

Tabell 6. Fosfor- och kväveflöden samt nettoutbyte med Baggensfjärden och mellan vattenmassa och sediment i Neglingevisken.

Näringsflöden	Fosfor, kg/år	Kväve, ton/år
Atmosfärisk deposition	8	0,4
Dagvatten	110	0,7
Avrinning skog o äng	2	0,04
Bräddning spillvatten	0	0
Inströmning Baggensfjärden	200	4,7
Frigörelse från sediment	50	0,3
<i>Summa till vattenmassan</i>	<i>370</i>	<i>6,1</i>
Utströmning till Baggensfjärden	250	5,1
Ackumulation i sediment	120	0,6
Avgång till atmosfären	0	0,4
<i>Summa från vattenmassan</i>	<i>370</i>	<i>6,1</i>
Nettoutbyte med Baggensfjärden	50	0,4
Nettoutbyte med sediment	70	0,3

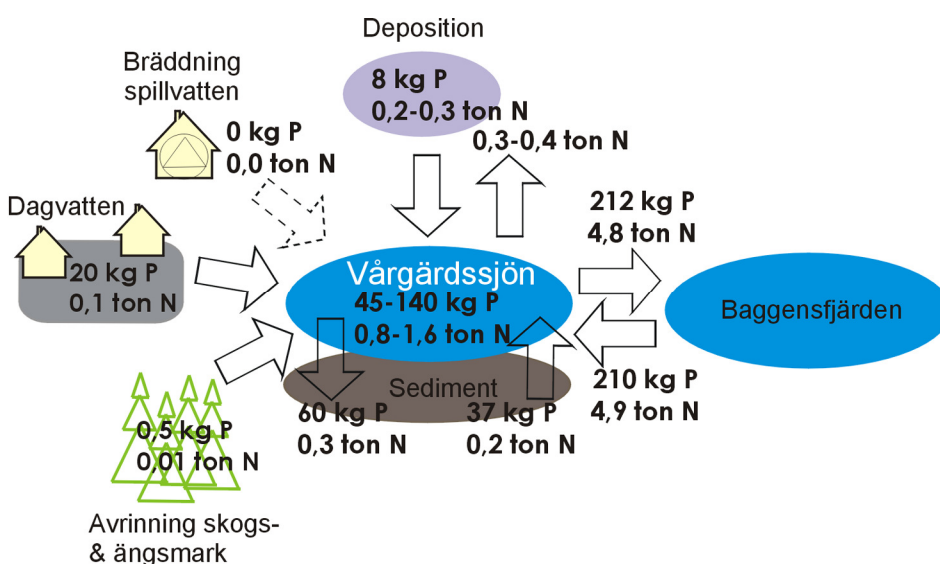
Vårgårdssjön

Det totala årliga flödet av fosfor och kväve till och från Vårgårdssjöns vattenmassa beräknas uppgå till 275 kg P respektive 5,4-5,5 ton N (Figur 8 och Tabell 7). Tillförseln domineras av inflödet från Baggensfjärden om ca 210 kg fosfor och 4,9 ton kväve per år.

Tillförseln via dagvatten är ganska liten, ca 20 kg fosfor och 0,1 ton kväve per år. Villaområden beräknas stå för de största bidragen till dagvattnet.

Frigörelsen av näringsämnen från botten är större än bidraget från dagvatten, men beräknas understiga ackumuleringen. De ansträngda syreförhållandena på djupbottnarna förhindrar/begränsar bottenfaunan och bioturbationen, men har ingen eller liten påverkan på frigörelsen av fosfor från sedimentet. Den styrs av ackumuleringen och nedbrytningen av organiskt material, processer vilka i sin tur styrs av de förhöjda näringsnivåerna. Nettoackumuleringen i sedimentet uppskattas till 23 kg fosfor och 0,1 ton kväve. Bruttoackumuleringen av fosfor har beräknats som skillnaden mellan den totala fosfortillförseln till vattenmassan och utförseln till Baggensfjärden och motsvarar 2 kg fosfor per ha och år. Mängden frigjord och ackumulerat kväve har antagits ha ett storleksförhållande på ca 1:5 till fosformängderna. Avgången till atmosfären har beräknats som den kvarvarande skillnaden mellan tillförsel och utförsel av kväve. Beräkningarna förutsätter ett antagande om konstant näringsmängd i vattenmassan, vilket bedöms vara giltigt för rådande situation och för ett tidsspann på några år.

Även om bidraget av fosfor från dagvattnet till Vårgårdssjön inte är så betydelsefullt, ca 7 %, så tycks förbättrat omhändertagande av dagvatten vara den enda reella möjligheten att minska näringstillförseln från avrinningsområdet och långsiktigt ändra förhållandena i viken. Åtgärder för att minska mängden fosfor som tillförs vattenmassan från sedimentet har ännu större reduktionspotential (13 %).



Figur 8. Beräknad näringsbudget för Vårgårdssjön.

Tabell 7. Fosfor och kväve till- och utflöden samt netto utbyte med Baggensfjärden och sediment för Vårgårdssjön.

Näringsflöden	Fosfor, kg/år	Kväve, ton/år
Atmosfärisk deposition	8	0,2-0,3
Dagvatten	20	0,1
Avrinning skog o äng	0,5	0,01
Bräddning spillvatten	0	0
Inströmning Baggensfjärden	210	4,9
Frigörelse från sediment	37	0,2
<i>Summa till vattenmassan</i>	275	5,4-5,5
Utströmning till Baggensfjärden	212	4,8
Ackumulation i sediment	63	0,3
Avgång till atmosfären	0	0,3-0,4
<i>Summa från vattenmassan</i>	275	5,4-5,5
Nettoutbyte med Baggensfjärden	2	0,1
Nettoutbyte med sediment	23	0,1

4. Förslag till åtgärder för minskad näringsbelastning

Tillförseln av näringsämnen från Baggensfjärden och via atmosfärisk deposition kan inte påverkas i det lokala sammanhanget. Dessa delar lämnas därför okommenterade i den fortsatta texten. Nedan listas förslag till lokala åtgärder för förbättrad näringsituation i vikarna i preliminär prioriteringsordning.

Neglingeviden

1) *Reningsåtgärder för punktutsläpp av dagvatten.*

Bidraget från dagvatten är stort. Utifrån genomförd fältvandring bedöms alla utsläppspunkter vara intressanta för fortsatt utredning och möjligheterna vara mycket goda för att anlägga dagvattendammar i anslutning till flertalet dagvattenledningsmynningar. Skalan på delavrinningsområdena är förhållandevis liten och villastadens ganska modesta exploateringsgrad gör att det trots allt finns relativt gott om "ledig" plats. Avskiljning av partikulärt bundna näringsämnen i dagvattnet kan ha särskilt stor betydelse vid utsläpp till kustvatten med kort uppehållstid eftersom det söta dagvattnet där snabbt förs ut på ytan till utanföriggande saltare fjärdar, vilket också bör gälla för de lösta näringsämnen i dagvattnet. Reningspotentialen uppgår till ca hälften av belastningen, det vill säga ca 50 kg fosfor per år. En minskad belastning av fosfor i denna storleksordning bedöms ha stor betydelse och vara en förutsättning för att fosforhalterna långsiktigt ska närma sig Baggensfjärdens. Hur snabb responsen blir är mycket svårt att förutsäga, men förhoppningsvis redan inom några år efter att dagvattendammarna tagits i drift.

I det fortsatta arbetet bör man gå vidare med bestämning av delavrinningsområden och ta fram dimensioneringsgrunder och utformningsförslag för respektive utsläppspunkt som fortsatt bedöms vara relevant. Eftersom delavrinningsområdena i väster och norr om Neglingeviden är de största (med utlopp vid Tattbyvägen söder om Uppenbarelskyrkan, vid idrottsplatsen och i den norra viken nedanför Neglinge station) bör dessa prioriteras.

2) Informationsåtgärder till hushåll

Vid sidan om reningsåtgärder vid utsläppspunkterna för dagvattenledningsnätet förslås återkommande information till hushållen för att förändra beteenden som påverkar dagvattnet och Neglingeviden negativt. Åtgärden bedöms ha särskilt stort värde eftersom bostadsområdena dominerar den urbana markanvändningen och påverkan på dagvattnet.

Relevanta informationspunkter bedöms i första hand vara:

- restriktiv användning av trädgårdsgödsel i rabatter och på gräsmattor
- uppsamling av hundbajs (användning av hundbajspåsar)
- gällande hastighetsbegränsning på vikarna (gäller även för vattenskoter)
- stora rovfiskhonors betydelse för fisksamhället - bör släppas tillbaka!
- biltvätt på gatan och båtlatrintömning i vattnet är inte heller önskvärd, men kanske inte i första hand på grund av näringstillförseln, utan snarare på grund av kemikalier respektive smittskydd.

3) Kommunala rutiner för förbättrad dagvattenkvalitet

Kommunens kan själv i viss mån påverka dagvattenkvaliteten genom utökad gatusopning och genom att se till att behovet av soptunnor (hundbajstunnor) är tillgodosett på allmänna platser, särskilt utmed vattennära promenadstråk.

4) Ökad lokal takvattenhantering

Takvatten är visserligen renare än annat dagvatten, men med hänsyn till att hustaken utgör en så stor andel av den hårdgjorda ytan i villaområden blir takvattenhanteringen troligen ändå betydelsefull. Därför är utkastare på stuprör för spridning av takvatten på villatomterna sannolikt en effektiv åtgärd för att minska de dagvattenburna näringstransporterna i villaområden. Det är dessutom en billig åtgärd. Tyvärr har kommunen inte full rådighet. Ett styrmedel kan vara en differentierad VA-taxa med särtaxa för dagvatten som rabatteras exempelvis om takvattnet frånkopplas. Kommunen bör också informera villaägare i samband med informationsutskick. Tak- och/eller fasadrenoveringar är exempel på utmärkta tillfällen att förändra takvattenhanteringen, men i många fall är åtgärden så enkel att den kan göras när som helst.

Vid nyproduktion och tillbyggnation bör lokal takvattenhantering alltid eftersträvas på villatomter.

5) *Läckage från spillvattenledningsnätet och förbättrade rutiner vid bräddningar*

I det fall inläckaget till spillvattennätet tidvis är stort finns anledning att också befara tidvis utläckage. Närmare kännedom om förhållandena i spillvattennätet runt vikarna har kommunens VA-enhet. Förbättringspotentialen för hantering av bräddningar från spillvattennätet förefaller vara liten men i den mån den finns bör den givetvis tillvaratas. Man måste dock komma ihåg att lågfrekventa, små bräddningar understigande 100 m³ trots allt har liten negativ påverkan på näringsstatus och syretäring. Vid större eller mer frekventa bräddningar bör man eftersträva att pumpa tillbaka slam och bräddvatten till spillvattennätet efter bräddning, och självfallet helst åtgärda orsaken till bräddningarna. Bräddning av spillvatten är ju också en smittskyddsfråga, inte minst med hänsyn till utomhusbad.

6) *Användande av bottennära vatten till slalomklubbens snökanoner vintertid och för bevattning sommartid*

En idé om nyttjande av slalomklubbens system för snöproduktion för att bevattna med Neglingevikens bottenvatten har framkommit, men behöver utredas vidare för att närmare kunna värderas. En tillsynes enkel åtgärd vore att tillse att intaget till systemet placeras i centralt i vikens södra djuphåla. Dessutom skulle systemet kunna köras sommartid för bevattning av slalomklubbens ytor och ev. andra angränsande ytor. Ett genomförande kräver givetvis en överenskommelse med Slalomklubben eller ett slags entreprenaduppdrag. Beräkningar av energiåtgång, pumpningsbara vattenvolymer och förväntade effekter behöver göras liksom identifiering av potentiella risker och intressekonflikter.

Vårgårdssjön

Åtgärderna 1-5 ovan föreslås även för Vårgårdssjön. När det gäller åtgärder för punktutsläpp av dagvatten ligger delavrinningsområdena med ett undantag i den norra delen. Ett utsläpp ligger också längre söderut på den östra sidan. Det är svårt att göra någon prioritetsordning för fortsatt utredning eftersom samtliga av dessa delavrinningsområden är små och till synes likvärdiga. Förslagsvis utreds alla utsläppspunkterna i ett enda sammanhang för en så effektivt hantering som möjligt.

Reningspotentialen uppgår endast till ca 10 kg fosfor per år (ca hälften av belastningen). En minskad tillförsel i denna storleksordning bedöms ändå vara betydelsefull och en förutsättning för att fosforhalterna långsiktigt ska närma sig Baggensjärdens. Responsen kan förväntas bli långsammare än i Neglingeviden eftersom dagvattnets fosforbidrag relativt sett är mindre i Vårgårdssjön.

5. Övriga beaktade åtgärder

Utöver ovan föreslagna åtgärder redovisas här beaktade, men ej föreslagna åtgärder och bakomliggande motiv till att åtgärderna inte bedömts relevanta.

- **Aluminiumfällning – ny botten**
Eftersom frigörelsen av näringsämnen från sedimentet inte är dominerande för vikarnas näringsstatus och understiger beräknad ackumulation samtidigt som fällning av botten är en kostsam och åtgärd bedöms detta inte vara aktuellt i ett första skede. I ett senare skede där den externa belastningen minskat och det krävs ytterligare åtgärder kan frågan åter bli aktuell. Fällning bedöms ha större potential att påverka näringssituationen i Vårgårdssjön positivt än i Neglingeviden, men samtidigt är behovet mindre eftersom viken trots allt mår relativt bra, trots förhöjda näringshalter och ansträngda syrgasförhållanden på djupbottnar. Det kan ifrågasättas huruvida bottenfällning är en kostnadsmässigt rimlig åtgärd (skälig) för en vattenförekomst med måttlig status där en del indikatorer tidvis visar på hög och god status. Man bör komma ihåg att ekologisk ytvattenstatus är en riktvärdesnorm (också kallad målsättningsnorm) där skälighetsavväganden ska göras till skillnad från kemisk ytvattenstatus som är en gränsvärdesnorm som gäller oavsett kostnad.
- **Syresättning av sediment**
Frigörelsen av näringsämnen från botten domineras av nedbrytningen av organiskt material, vilken inte påverkas negativt av svag syresituation. Se också föregående punkt om aluminiumfällning.
- **Reningsåtgärder för dränvatten från golfbanan**
Bidraget från Saltsjöbadens golfbana är i tidigare avsnitt enbart beräknad schablonmässigt. Utifrån klubbens miljörapport för 2011 gödselar man mindre än Svenska Golf förbundets rekommendation och enligt principen "hellre ofta och lite, än sällan och mycket". Inom de delar som hör till Neglingevidens avrinningsområde konstgödselar man med ca 120 kg fosfor och 1,2 ton kväve per år på en yta om 8 ha. Detta motsvarar 15 kg P/ha/år respektive 150 kg N/ha/år, vilket är i nivå med givor på produktiv jordbruksmark där man bortför mycket näring med skörden. Dessutom bevattnar man med ca 40 000 m³ sjövattnet från Lundsjön med en medelfosforhalt på 23 mikrogram/l, men det motsvarar en fosforgiva mindre än 1 kg. Utifrån kontrollprovtagningen har medelhalten i utgående vatten från golfbanan som avleds mot Neglingeviden (provpunkt 5, under trälocket vid fotbollsplanen) varit 85 µg P/l och 1,85 mg N/l under åren 2003-2007. Utifrån angiven bevattning och beräknad avrinning motsvarar näringsläckaget trots allt endast 4-7 kg P/år och 0,1-0,15 ton N/år. Med hänsyn till att dessa mängder är små och att golfbanan ligger längst bort i avrinningsområdet, drygt 1 km från sjön bedöms reningspotentialen inte vara särskilt stor. Ett fortsatt förbättringsarbete på golfbanan med sikte på minskade näringsgivor är givetvis önskvärt, inte minst med tanke på risken för långsiktig upp-gödsling av markerna och ökat näringsläckage i framtiden.

- **Hastighetsbegränsning på vikarna**
Dagens hastighetsbegränsning är 5 knop och den bedöms inte vara möjlig att sänka ytterligare. Generellt rör båttrafiken om sediment och skador undervattensvegetationen, men med låga hastigheter bedöms effekterna vara små i sammanhanget.
- **Återskapande och anläggande av våtmarksmiljöer i omgivande skogsmark.**
Näringsbidraget från skogsmarken är litet trots stor andel skog i avrinningsområdet. Återskapande av våtmarker i syfte att minska näringstransporterna därifrån är alltså inte motiverade. Däremot kan andra motiv, exempelvis ökad biologisk mångfald, finnas för att återskapa våtmarker.⁵
- **Vitfiske eller aqua-kultur**
Om fiskesamhällets balans rubbats så att det helt domineras av vitfisk kan ett sätt att försöka återfå balans vara fiske av vitfisk (karpfisk) vilket också innebär att man "plockar" näring ur vattenmiljön. Det finns dock inga indikationer från fritidsfisket att fiskesamhället skulle vara rubbat i nuläget. Ett annat sätt att "plocka" näring ur vattnet är att skörda något som tillväxer och hämtar näring ur sjön. Ett exempel finns utanför Lysekil där man odlar musslor för att kompensera utsläpp från avloppsreningsverket. För att detta ska vara verkningsfullt krävs dock en "agrar" skala, alltså åtminstone något hektar, troligen flera. Att skörda något i den skalan låter sig inte göras så lätt i en känslig och attraktiv vattenmiljö. Troligen är skörd av vass i grundområden den enda tänkbara möjligheten, men har bedömts sakna potential att påverka annat än på marginalen och bedöms heller inte vara en särskilt kostnadseffektiv åtgärd.
- **Förändrade rutiner för båtlivet**
Båttvätt och tömning av båtlåtar bedöms inte vara omfattande och har sannolikt liten inverkan på näringsstatusen i viken. Förtöjning av båtar i bojar med långa kedjor som sveper runt på botten kan virvla upp mycket bottensediment, men detta förtöjningsätt antas inte vara vanligt i de aktuella vikarna.

⁵ I den mån kommunen äger eller förvaltar skog är det en intressant möjlighet generellt som dock inte kopplar till den aktuella problemställningen.