



INSTITUTIONEN FÖR NATURGEOGRAFI  
OCH KVARTÄRGEOLOGI

KARAKTERISERING AV SJÖN NORRVIKEN  
EKOLOGISK KLASSIFICERING ENLIGT NATURVÅRDSVERKET'S  
BEDÖMNINGSGRUNDER



ANNA-KARIN TIDBECK

EXAMENSARBETE I MILJÖSKYDD OCH HÄLSOSKYDD  
STOCKHOLMS UNIVERSITET

2008



## **INSTITUTIONENS FÖRORD**

Denna uppsats är utförd som ett examensarbete vid Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet. Examensarbetet ingår som en kurs inom magisterutbildningen Miljö- och hälsoskydd, 60 högskolepoäng.

Examensarbetets omfattning är 30 högskolepoäng (ca 20 veckors heltidsstudier). Handedare för examensarbetet har varit universitetslektor Lars-Ove Westerberg, Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet och Åke Ekström, Sollentuna kommun.

Författaren är ensam ansvarig för examensarbetets innehåll.

Stockholm i mars 2008

Anders Nordström  
universitetslektor, kursansvarig



## Abstract

---

In year 2000 the Water Framework Directive (2000/60/EG) was introduced in Sweden. The aim is that all waters shall reach a good ecological status by year 2015 and to secure that the reached status will not be diminished. Simultaneous with the introduction of the Water Framework Directive, an alternative administrative design of handling water issues were suggested; the new design being built on the way water is distributed and moves in the nature. Water management limited by municipal boundaries is against the nature of water bodies and water courses, while management plans designed on the basis of drainage basins is preferred. In 1999 the Oxunda Water Collaboration were established, an inter-municipality water conservation organisation, the purpose of which is to improve the water quality in the Oxunda River drainage basin.

Lake Norrviken is an eutrophicated, joint valley lake located in the drainage basin of Oxunda River. Until 1969 the lake served as a recipient of waste water from the yeast factory in Rotebro. Today it receives nutrient-rich water from lakes upstream. Owing to the large amount of introduced and internally derived nutrients in the water body, an annual algal bloom occurs and the bottom water of the lake has low levels of oxygen.

The main aim of this project has been to assess the ecological status of Lake Norrviken, except for this an evaluation of the Water Framework Directive classification system was carried out. The assessment is based on biological, physical-chemical and hydromorphological quality factors. The assessment has been carried out in accordance with regulations issued by the Swedish Environmental Protection Agency. In addition, a biotope stocktaking was carried out with the purpose to determine the location and extent of significant ecological habitats in vicinity of Lake Norrviken.

According to the Swedish Environmental Protection Agency, an ecological status classifications sampling phase shall last for three years. The biological and the hydromorphological quality factors reached status class 3 ("Moderate status"). The physical-chemical quality factor reached the status "do not achieve good ecological surface water status". The dominant vegetation along the shore line is reed and rush. The near-shore bottom substrate consists mainly of sand, gravel and stones. Parts of the area surrounding Lake Norrviken are exploited, being located in a suburb to Stockholm. Residential districts dominate along the lake's western shore, whereas the eastern shore is covered with deciduous forest, mixed forest and outcrops. The eastern shore has high nature values and a high degree of biodiversity.

The biological quality factor is, according to the Swedish Environmental Protection Agency, the most important. The biological quality factor assigned to Norrviken (lower than "Good") must therefore have a decisive impact on the total ecological status of Lake Norrviken. Hence, the total ecological status of Lake Norrviken is labelled as "Moderate" (Class 3). In order to reach the aim of the Water Framework Directive, an action plan is therefore required, aimed at improving the ecological status of Lake Norrviken before 2015.

A three year sampling phase is a short period in an ecological context. Different weathers or an unexpected emission could have a large impact on the total ecological status classification. A sampling phase is a relatively expensive procedure, and consequently, the sampling phase together with a plausibility evaluation suggested by the Swedish Environmental Protection Agency could be considered appropriate.

The classification system is a time consuming evaluation of a lakes ecological status. It will be hard to find the time to make an ecological status classification and establish an action plan for all of the waters, where this arrangement is required, in order to reach a good ecological status before 2015.

## Sammanfattning

---

År 2000 infördes Ramdirektivet för vatten i Sverige. Målsättningen är att alla vattenförekomster skall uppnå god ekologisk status till år 2015 och att säkerställa att den uppnådda statusen inte försämras. Samtidigt som Ramdirektivet för vatten infördes lanserades ett nytt sätt att administrera vattenrelaterade frågor; det nya sättet bygger på vattnets vägar genom naturen. Vattenvårdsarbete har tidigare begränsats av kommun och länsgränser, att istället basera skötselplanerna på avrinningsområden är därför att föredra. År 1999 grundades Oxunda Vattensamverkan, ett mellankommunalt vattenvårdsarbete vars syfte är att förbättra vattenkvaliteten i Oxunda avrinningsområde.

Norrviken är en eutrofierad sprickdalssjö belägen inom Oxundaåns avrinningsområde. Fram till 1969 fungerade sjön som recipient till det avloppsvatten som producerades vid jästfabriken i Rotebro. Idag mottar sjön näringsrikt tillflöde från sjöar uppströms, vilket tillsammans med den interna näringsbelastningen bidrar till att sjön är mycket näringsrik. En årlig algblomning förekommer och till följd av det är rådande syrgashalter vid sjöbotten låga.

Huvudsyftet med denna studie har varit att bedöma sjön Norrvikens ekologiska status, förutom detta har även en utvärdering av rådande klassifikationssystem genomförts. Bedömningen har genomförts enligt bestämmelser utfärdade av Naturvårdsverket och grundar sig på biologiska, fysikalisk-kemiska och hydromorfologiska kvalitetsfaktorer. Dessutom genomfördes en biotopkartering i anslutning till Norrviken. Syftet med karteringen var att lokalisera ekologiskt betydelsefulla habitat i sjöns närområde.

Enligt Naturvårdsverket skall en treårig mätperiod ligga till grund för en ekologisk statusklassificering. Den biologiska och den hydromorfologiska kvalitetsfaktorn tilldelades statusklass 3 ("Måttlig status"). Den fysisk-kemiska kvalitetsfaktorn tilldelades statusen "uppnår inte god ekologisk ytvattenstatus". Den dominerande vegetationen längs strandlinjen var vass och säv medan bottenstratet huvudsakligen bestod av sand, grus och sten. Norrviken är en stadsdel i Sollentuna som är en förort till Stockholm. Stora delar av området kring Norrviken är exploaterade, bostadsområden dominerar utmed sjöns västra strandkant. Den östra stranden täcks av granskog, blandskog och hällmark. I detta område återfinns höga naturvärden och en stor biodiversitet.

Den biologiska kvalitetsfaktorn är enligt Naturvårdsverket den kvalitetsfaktor som är mest betydelsefull vid en ekologisk statusklassificering. Den biologiska kvalitetsfaktorn som tilldelades Norrviken (lägre än "god") har av denna anledning en avgörande inverkan på den totala ekologiska bedömningen av sjön Norrviken. Till följd av detta blir den ekologiska bedömningen av sjön Norrviken "Måttlig" (klass 3). För att uppnå målet med Ramdirektivet för vatten måste ett åtgärdsprogram i syfte att förbättra den ekologiska statusen av Norrviken till år 2015 upprättas.

En treårig mätperiod är en kort tidsperiod i ett ekologiskt sammanhang. Naturliga fluktuationer i klimatet eller ett oförväntat punktutsläpp kan komma att bli avgörande för den totala ekologiska bedömningen. En treårig mätperiod tillsammans med en rimlighetsbedömning är lämpligt att använda vid en ekologisk statusklassificering.

En klassifikationsprocess är relativt tidskrävande, med stor sannolikhet kommer det bli svårt att hinna klassificera och upprätta åtgärdsprogram för de vattenförekomster där denna åtgärd krävs för att uppnå god status till år 2015.





# Innehåll

---

<b>1. Inledning</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Bakgrund</b> .....	<b>7</b>
2.1 Norrviken .....	7
2.2 Sänkningen av sjön.....	9
2.3 Jästbolagets påverkan på Norrviken.....	9
2.4 Kvalitetsfaktorer.....	10
2.4.1 Biologiska faktorer.....	10
2.4.2 Fysikalisk-kemiska faktorer.....	11
2.4.3 Hydromorfologiska faktorer.....	11
<b>3. Metod</b> .....	<b>13</b>
3.1 Biotopkartering.....	13
3.1.1 Steg 1. Flygbildstolkning .....	13
3.1.2 Steg 2. Fältinventering av sjön.....	13
3.1.3 Steg 3. Sammanställning.....	14
3.1.4 Steg 4. Digitalisering.....	15
3.2 Bedömning av miljö kvalitet.....	15
<b>4. Resultat</b> .....	<b>19</b>
4.1 Biotopkartering.....	19
4.1.1 Sjöstranden.....	19
4.1.2 Landstranden .....	20
4.2.3 Tillflöden.....	21
4.2.4 Karta över inventerade delområden och tillflöden.....	22
4.2.5 Djupkarta och provpunkter i sjön Norrviken .....	23
4.3 Biologiska kvalitetsfaktorer .....	24
4.3.1 Klorofyll.....	24
4.3.2 Bottenfauna .....	25
4.3.3 Fisk.....	26
4.4 Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer.....	27
4.4.1 Näringsämnen (kväve och fosfor).....	27
4.4.2 Siktdjup .....	28
4.4.3 Syrgashalt.....	29
4.4.4 Förorenande ämnen.....	30
4.5 Sammanvägd bedömning av ingående kvalitetsfaktorer.....	31
4.6 Totalfosfor (1998-2007).....	33
<b>5. Diskussion</b> .....	<b>35</b>
5.1 Biotopkartering.....	35
5.2 Karakteriseringsarbetet.....	37
5.3 Utvärdering av bedömningsgrund.....	40
5.3.1 Ekologisk klasstillhörighet.....	40
5.3.2 Utvärdering av längre tidsperioder.....	41
5.3.3 Kommer god ekologisk status uppnås till år 2015? .....	42

<b>6. Slutsats.....</b>	<b>43</b>
<b>7. Referenser .....</b>	<b>45</b>
7.2 Kartor och flygbilder.....	47
<b>8. Bilagor .....</b>	<b>49</b>
8.1 Artlista fåglar.....	49
8.2 Artlista bottenfauna .....	50
8.3 Bedömningsgrunder förorenande ämnen .....	52
8.4 Inventeringsprotokoll .....	53

# 1. Inledning

---

Rent vatten är av stor betydelse för uppkomsten av levande organismer och människors överlevnad. För att kunna försörja världens befolkning med rent dricksvatten och förhindra att arter utrotas till följd av förorenat yt- och grundvatten är det viktigt att förstå hur föroreningar sprids och hur vi på bästa sätt kan förhindra nedsmutsning och negativa förändringar av naturliga vattendrag.

Redan under FN konferensen i Rio de Janeiro 1992 antogs ett handlingsprogram där miljön stod i fokus (Nordström, 2005). Målen var att få kontroll över miljöproblemen och att säkerställa en hållbar utveckling. Som ett led i arbetet antog Sveriges riksdag år 1999 15 miljökvalitetsmål, därefter har ytterligare ett miljökvalitetsmål tillkommit (Miljömålsportalen, 2008). Mål som har varit av betydelse för vattenarbetet i Sverige är bland andra "Levande sjöar och vattendrag", "Ingen övergödning" och "Grundvatten av god kvalitet" (ibid.). Förutom miljökvalitetsmålen infördes den 22 december 2000 Ramdirektivet för vatten (Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG) (Naturvårdsverket, 2003a). I och med detta lanserades ett nytt sätt att administrera vattenfrågor. Vatten känner inte av kommungränser utan rör sig inom avrinningsområden – det nya sättet att planera för vattenfrågor bygger på vattnets vägar i naturen (Nordström, 2005). Det övergripande målet med Ramdirektivet för vatten är att se till att samtliga vattenförekomster år 2015 skall ha uppnått god ekologisk status samt att säkerställa att vattenförekomsternas kvalitet inte försämras.

Oxundaåns avrinningsområde ligger i södra Uppland ca 2,5 mil norr om Stockholm (Oxundaå vattensamverkan, 2007). Avrinningsområdet är 271,5 km<sup>2</sup> (Ekström, 2000) och sträcker sig genom de sex kommunerna Täby, Sollentuna, Järfälla, Upplands Väsby, Vallentuna och Sigtuna. Inom avrinningsområdet ligger några av norra Storstockholms största förorter. Bostadsområden, industrier, större vägar samt stora arealer jordbruksmark bidrar med daglig tillförsel av näringsämnen och förorenat dagvatten. Sjöarna i avrinningsområdet drabbas årligen av kraftiga algbloomingar och delvis syrefria bottnar. Trots detta är artrikedomen stor både beträffande den terrestra och den akvatiska floran och faunan.

År 2005 startades Oxunda vattensamverkan (Oxundaå vattensamverkan, 2007). Detta är ett mellankommunalt vattenvårdsarbete som syftar till att:

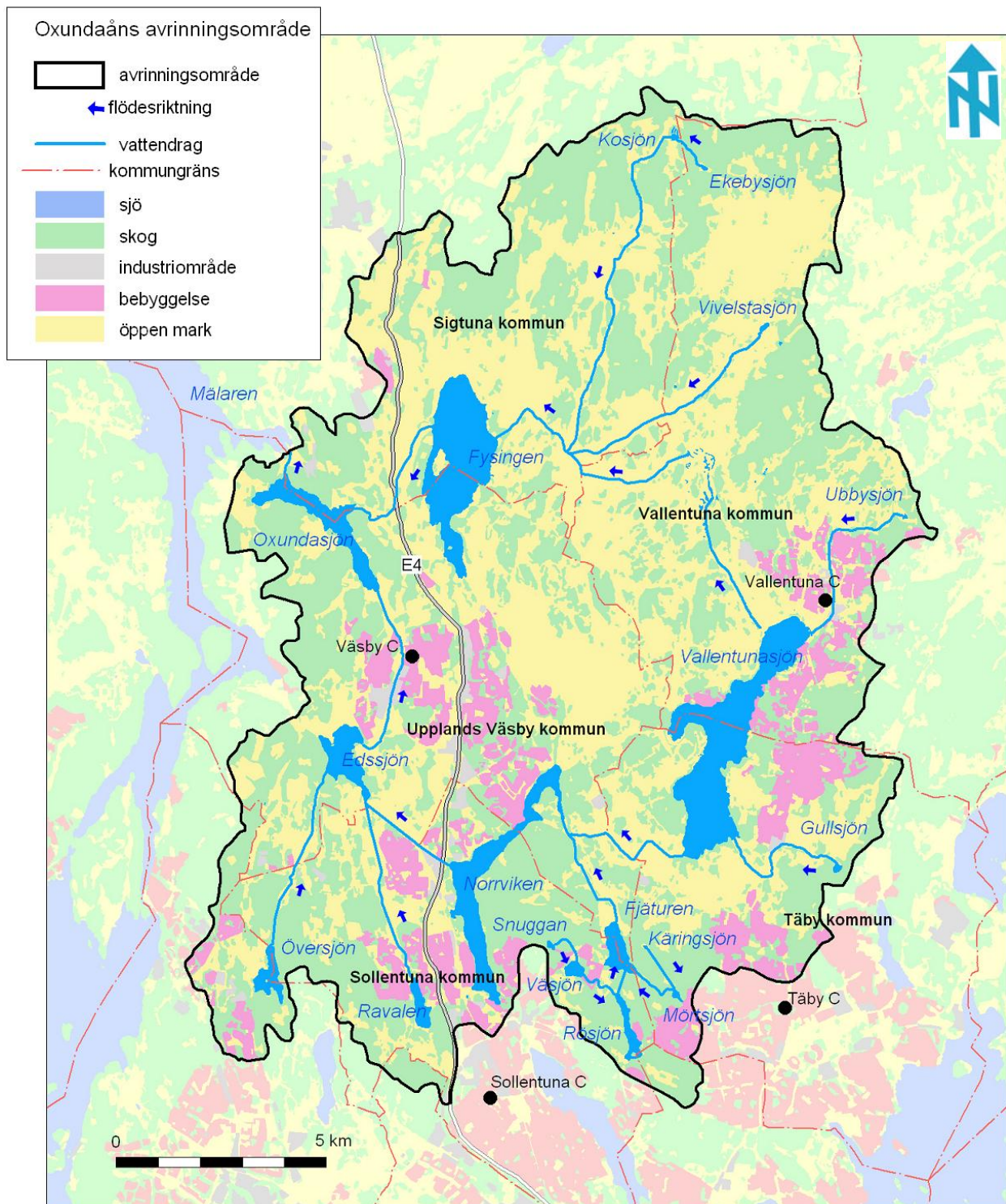
- Återställa de vattendrag som har förorenats genom mänsklig aktivitet.
- Bevara och om möjligt förbättra den biologiska mångfalden och natur- och kulturvärden inom avrinningsområdet.
- Säkerställa att Mälaren även i ett framtida perspektiv skall kunna fungera som dricksvattentäckt till Storstockholmsregionen.
- Öka möjligheten för friluftslivet att utnyttja sjöar och vattendrag som rekreationslokal (ibid.).

Föreliggande arbete genomförs i samarbete med miljökontoret i Sollentuna kommun. Huvudsyftet är att bedöma sjön Norrvikens ekologiska status, belägen inom Oxundaåns avrinningsområde. Förutom bedömningen av den ekologiska statusen utvärderas vattendirektivets klassifikationssystem.

Följande frågeställningar ligger till grund för arbetet:

- Vilka biotoper förekommer kring Norrvikens strand, och hur ser fördelningen mellan de olika biotoperna ut?
- Kan Norrviken klassas som en sjö med god ekologisk status enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder?
- Är provtagningsperioden tre år representativ för ingående faktorer i bedömningsgrunden?
- Är den framtagna bedömningsgrunden ett bra verktyg för klassificering av sjöar?

Bedömningen sker utifrån biologiska, fysikalisk-kemiska och hydromorfologiska kvalitetsfaktorer. I arbetet ingår en biotopkartering av Norrvikens strand. Dessutom sammanställs tidigare mätresultat och undersökningar för faktorerna klorofyll, bottenfauna, fisk, näringsämnen (kväve och fosfor), siktdjup, syrgashalt, förorenande ämnen, kontinuitet, markanvändning i närmiljön och antal diken per km.



**Fig. 1.** Lokalisering av större och mindre sjöar och vattendrag inom Oxundaåns avrinningsområde (Oxundaå vattensamverkan, 2007).



## 2. Bakgrund

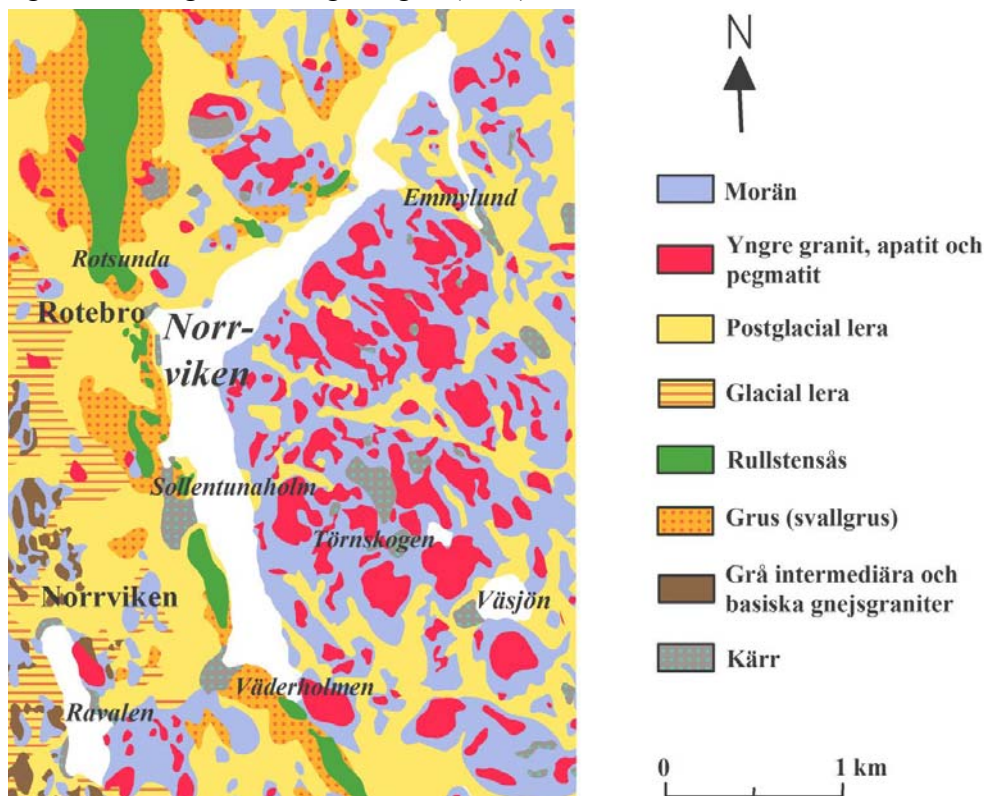
### 2.1 Norrviken

Sjön Norrviken är belägen i ett sprickdalslandskap i östra Svealand, ca 2,5 mil norr om Stockholm (fig. 2). Trakten har påverkats av såväl tektonisk upplyftning med påföljande erosion som talrika glaciationer (Fredén, 2002). Detta har bidragit till att landskapet är småkuperat och hyser en mångfald geologiska ytformer. Genom studier av sediment och isräfflor från den senaste glaciationen har man kunnat konstatera att avsmältningen skedde i nordvästlig riktning, med en hastighet av ca 200 m per år (Möller och Stålhös 1965). Med hjälp av pollen- och diatoméanalyser av sedimentkärnor menar kvartärgeologer att trakten strax öster om Norrviken avsnördes från Östersjön för omkring 2000 år sedan (Karlsson och Risberg, 2006).



**Fig. 2.** Sjösystemets lokalisering i Sverige (PC-Atlasen GIS 2.0).

Berggrunden i trakten utgörs av det subkambriska peneplanet och är nedskuret av flertalet förkastningar och sprickzoner i öst-västlig och nord-sydlig riktning (Fredén, 2002). Utmed den östra strandkanten av sprickdalssjön höjer sig en förkastningsbrant bestående av granit, apatit och pegmatit (fig. 3) (Geologiska kartbladet, 1965). Efter deglaciationen var förkastningen belägen under högsta kustlinjen, vilket har bidragit till att det i fördjupningar i berggrunden har ansamlats isälvsavlagringar och sediment bestående av kalkrik postglacial lera. Ovanpå höjden påträffas sandig-moig morän. Då området höjde sig ur havet utsattes det avsatta moräntäcket för vågpåverkan och övre delar av moräntäcket har idag ett svallat ytskikt. Detta är även orsaken till att de högst belägna partierna utmed förkastningsbranten utgörs av berg i dagen (ibid.).

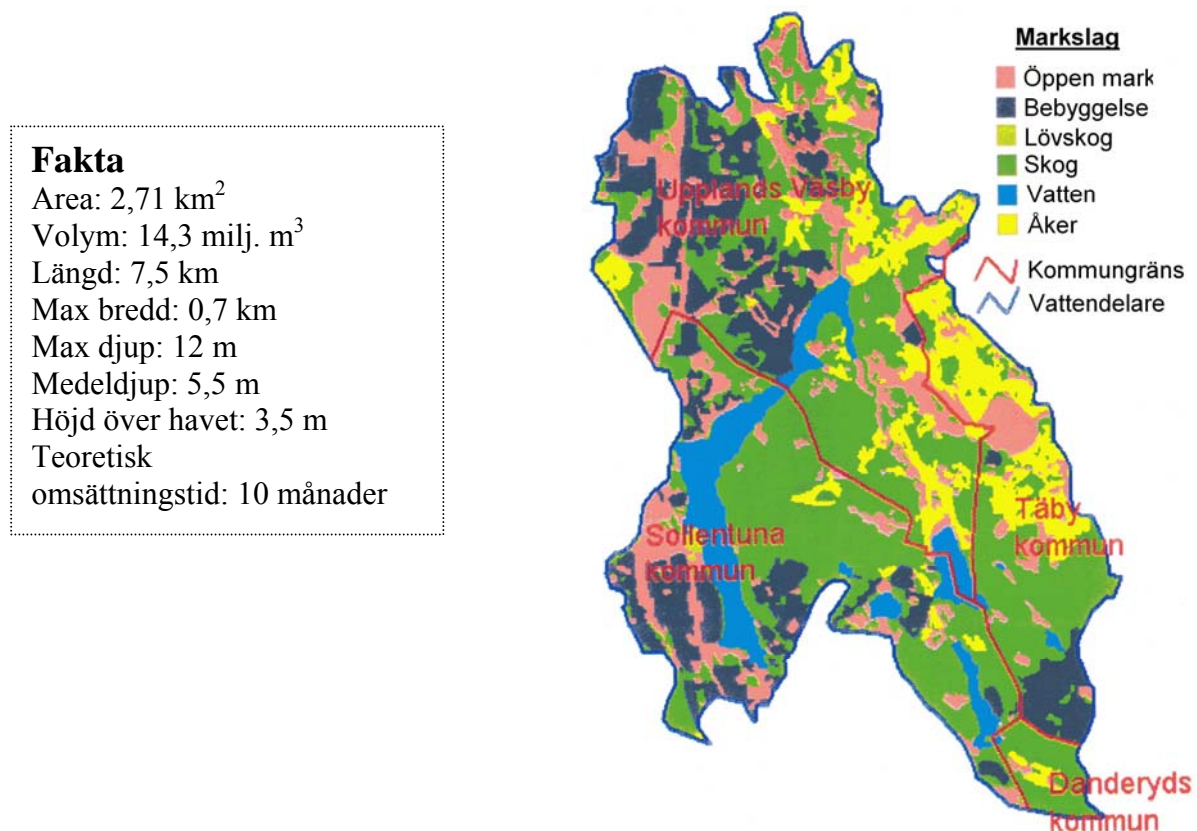


**Fig. 3** Generalisering av geologiska förekomster i Norrvikens närområde (Geologiska kartbladet Stockholm NV, serie Ae Nr2, 1965).

Utmed Norrvikens västra sida löper Stockholmsåsen. På denna sida av sjön dominerar bördigare marker med glaciallera, postglacial lera och grus (Geologiska kartbladet, 1965). I området Loviselund ligger en sidogren från Stockholmsåsen och i höjd med Rotsunda har man funnit fyra De Geer-moräner som avsattes parallellt med iskanten under avsmältningen (Sollentuna kommun, 1991).

Till följd av stor intern belastning av kväve och fosfor samt näringsrikt tillflöde från sjöar uppströms kan Norrviken klassas som en eutrof (näringsrik) sjö (Naturvatten i Roslagen AB, 2005). Mellan åren 1947-1967 gjordes försök att minska den årliga massutvecklingen av cyanobakterier genom att behandla sjön med kopparsulfat (Oxundaå vattensamverkan, 2007). Behandlingen misslyckades och bidrog istället till att såväl sediment som den fria vattenmassan idag innehåller relativt höga halter av den giftiga metallen koppar (Naturvatten i Roslagen AB, 2005).

Norrviken är en dimiktisk sjö; med det menas att vattenmassan är temperaturskiktad och omblandning sker endast vid gynnsamma förhållanden om våren och hösten (Bagheri *et al.* 2007). De år då omblandningen av vattnet uteblir förhindras transporten av tillgängligt syre ner till botten och till följd av detta är omkring 30 % av sjöbotten syrefri, eller nästan syrefri om sommarmånaderna (Oxundaå vattensamverkan, 2007). Då organiskt material bryts ned utan tillgång på syre bildas svavelväte. Denna giftiga gas är orsaken till att vissa delar av sjöbotten helt saknar levande organismer (ibid.). Förutom detta bidrar de syrefria perioderna till att näringsämnen lagrade i sedimenten avges och ytterligare ökar sjöns övergödning (Bagheri *et al.* 2007).



**Fig. 4.** Fakta om Norrviken (Bagheri *et al.* 2007). Norrvikens delavrinningsområde samt fördelningen mellan befintliga markslag inom avrinningsområdet (Ekström, 2000).



Norrvikens avrinningsområde är 5124 ha och utgör 18,5 % av hela Oxundaåns avrinningsområde (Ekström, 2000). Markanvändningen inom delavrinningsområdet utgörs av 32 % öppen mark (åker och äng), 27 % bebyggelse, 34 % skog, 7 % vatten, och 1 % myr (fig. 4). Norrviken fungerar som recipient för dagvatten och enskilda avlopp, sjön tar även emot lakvatten från avfallsupplaget Nibbletippen i utkanten av Upplands Väsby kommun. Detta har bidragit till att bland annat zink, krom, nickel, bly och olika typer av oljor förekommer i sjöns bottensediment (Bagheri *et al.* 2007).

Idag hittar man i sjöns nordligaste del en gammal urskog med talrika stora tallar och gott om död ved. Växtligheten utmed förkastningsbranten i öster domineras av hållmarkskog med grova granar och tallar. Områden med blandad lövskog förekommer längs vattenbrynet och där är alm och lind vanliga trädslag. Ett biotopskyddsområde finns utmed branten strax utanför Emmylund och planer finns på att bilda ett naturreservat för Törnaskogen belägen ovanpå förkastningsbranten (Bagheri *et al.* 2007). Den västra sidan av sjön kantas av bebyggelse (bostadsområden, industrier, järnväg och motorväg). Vegetationen längs denna sida utgörs av högre lövstrandskog med inslag av äldre alar och pilar. Ett alkärr återfinns i trakten kring Rotsunda och dessutom finns på Sollentunaholm en artrik ädellövskog bevarad från äldre tider.

Norrviken har ett rikt djurliv med 128 observerade fågelarter år 2007 (artlista bilaga 1) (Ornitologiska föreningen Svalan, 2007) samt 11 fiskarter, däribland den rödlistade arten Asp. Aspen är en hotad art och är därav av stor betydelse för den biologiska mångfalden (artlista tabell 2) (Lindberg och Nöbelin, 2006).

I avrinningsområdet ligger Norrviken som är en stadsdel i Sollentuna. Många människor lever idag i sjöns närområde. Detta har bidragit till att sjön och den omgivande naturen är en betydelsefull källa till rekreation. På sommaren utnyttjas sjön som badsjö och för fiske, och om vintern plogas skridskobanor på isen. Tillgängligheten för fotgängare är stor då båda sidorna av sjön är försedda med promenadstråk.

## **2.2 Sänkningen av sjön**

Under mitten av 1800-talet genomfördes en sjösänkning av Norrviken och Edssjön i Oxundaåns avrinningsområde (Göransson, 1982). Den bakomliggande orsaken var att man ville öka jordbruksarealen i trakten genom att dränera våtmarker invid sjöstränderna och utmed vattendragen som förbinder sjöarna. En stor del av arbetet gick ut på att ersätta den meandrande bäcken mellan Norrviken och Edssjön med en lång rak kanal. Sjösänkningen lyckades och vattenståndet i Norrviken var efter sänkningen 1,22 m lägre än tidigare. Stora arealer jordbruksmark torrlades i samband med sjösänkningen och blev därmed brukbara för bönder i trakten (*ibid.*).

## **2.3 Jästbolagets påverkan på Norrviken**

Produktionen vid *Stockholms Norra Jästaktiebolag* påbörjades redan 1893 (Andrén, 2005). Närheten till jordbruket och tillgången på rent källvatten från Stockholmsåsen var viktiga resurser som bidrog till lokaliseringen av fabriken (*ibid.*).

Jäst är en encellig mikroorganism (*Saccaromyces cerevisiae*) som lever på en näringslösning kallad melass (Thougaard *et al.* 2006). Detta är en energirik restprodukt från sockertillverkning, främst bestående av sackaros, som är jästcellens energikälla (*ibid.*). Enligt Lars-Göran Edemar (2007-10-10), teknisk chef på Jästbolaget, är stora delar av kvävet i melassen onedbrytbart för jästcellens enzymer och fosforhalten är låg. Vid jästframställningen

tillförs därför fosforsyra och kväve (i form av ammoniak). Dessutom tillsätts svavelsyra för att reglera jästsubstansens pH (ibid.).

Avloppsvattnet från anläggningen gick orenat ut i Norrviken fram till 1922 (Andrén, 2005). Därefter lät man bygga ett reningsverk i anslutning till fabriken. Enligt Edemar minskade reningsverket mängden BOD (biokemiskt syrgasförbrukande material) med ca 80-85 %, medan halten av kväve och fosfor i princip förblev oförändrad. År 1965 släpptes 300 m<sup>3</sup> avloppsvatten ut i Norrviken varje dygn, detta bestod av 210 ton BOD, 21 ton kväve samt 1,5 ton fosfor. Vid denna tidpunkt var restprodukterna från produktionen på Jästfabriken en ca 35 gånger så intensiv syrekonsument som kommunalt avloppsvatten (ibid.).

Sedan 1969 går jästfabrikens avlopp direkt till Käppala reningsverk på Lidingö (Andrén, 2005). Då avfallet från produktionen till en början var för stort för reningsverkets kapacitet tvingades jästbolaget att investera i en indunstare (Lars-Göran Edemar, teknisk chef Jästbolaget, 2007-10-10). Denna bidrog till att minska avfallsmängden med upp till 70 %. Restprodukter från indunstaren används idag som jordförbättringsmedel inom lantbruket. Kylvattnet som används vid produktionen består av grundvatten från Stockholmsåsen. Vattnet innehåller inga främmande ämnen och har en temperatur av ca 10°C då det lämnar fabriken och leds ut i Norrviken. Om detta har någon inverkan på sjöns ekosystem, flora eller fauna har inte undersökts (ibid.).

## **2.4 Kvalitetsfaktorer**

### **2.4.1 Biologiska faktorer**

#### **2.4.1.1 Klorofyll**

Alla fotosyntetiserande växter innehåller klorofyll *a* (Sonesten, 2007). Genom att beräkna mängden av detta pigment kan man få en grov uppskattning av växtplanktonbiomassan i vattnet samtidigt som tidsödande och kostsamma analyser av hela artsammansättningen kan undvikas. För mer precisa resultat vid en sådan bedömning bör mängden feofytiner beräknas. Feofytiner är ett inaktivt pigment som förekommer i dött växtplankton. För information om specifika planktongruppers biomassa kan mängden klorofyll *b*, *c1*, *c2* och *d* beräknas. Detta möjliggör en mer detaljrik uppskattning av biomassans sammansättning (ibid.).

#### **2.4.1.2 Bottenfauna**

Beräkningar av bottenfaunasamhällen i en sjö spelar en viktig roll vid bedömningen av sjöns föroreningsgrad (Goedkoop och Johnson, 2007). Makroskopiska bottenlevande organismer fungerar som föroreningsindikatorer och utifrån dessa kan man dra slutsatser om hur förorenad en sjö är. Miljöföroreningar påverkar artsammansättningen i sjöar så att fördelningen mellan känsliga samt mer tåliga taxa förskjuts åt endera hållet beroende på sjöns aktuella föroreningsgrad (ibid.).

#### **2.4.1.3 Fisk**

Fiskförekomsten i sjöar är beroende av många olika faktorer såsom sjöns area, näringstillgång, arters möjlighet att sprida sig till sjön, primärproduktion, tillgången på födoorganismer, mångfald av variationsrika levnadsutrymmen med mera (Beier *et al.* 2007). Artutbredningen i svenska sjöar är relativt liten, omkring fyra fiskarter per sjö anses vara normalt. Förutom av betydelse för mängden fisk är näringstillgången i sjöar av vikt för vilka fiskarter som trivs. I eutrofa (närlingsrika) sjöar tenderar karpfiskar att dominera medan laxfiskar främst förekommer i oligotrofa (närlingsfattiga) vatten (ibid.).

## 2.4.2 Fysikalisk-kemiska faktorer

### 2.4.2.1 Näringsämnen/Siktdjup

Näringsämnen t.ex. kväve och fosfor är väsentliga för att växter och organismer i vattnet skall kunna tillväxa, men om dessa förekommer i för stor mängd kan det leda till att sjön blir övergödd och att ekosystemet hamnar i obalans. Stor mängd organiskt kväve finns bundet i humusämnen som tillförs vatten från kringliggande skogsmarker (Wilander, 2006). Primärproduktionen i sjöar styrs dock främst av förekomsten av fosfor. Beräkningar av kvoten mellan kväve och fosfor brukar göras för att bedöma förutsättningarna för biologisk tillväxt i ett vattendrag (ibid.). Siktdjupet i sjöar varierar till följd av vattnets egenfärg, lösta humusämnen och partiklar. Genom att mäta siktdjupet kan en sjös trofinivå uppskattas (Sonesten & Wilander 2006a). Trofinivån är en beskrivning av hur mycket näringsämnen (främst fosfor) som finns löst i sjön. Utifrån uppmätt siktdjup kan man således klassa en sjö som oligotrof (näringsfattig) eller eutrof (näringsrik). Siktdjupet i sjöar är dessutom av betydelse för fotosyntetiserande växter och plankton, för uppvärmningen av vattenmassan och för bottenfaunans tillväxt och därigenom syreförbrukningen vid botten (ibid.).

### 2.4.2.2 Vattnets syrgashalt

Syrgasförhållandena i en sjö styrs i första hand av fotosyntes (syrgasproduktion) och cellandning (syrgaskonsumtion) (Sonesten & Wilander 2006b). Lägst koncentration av tillgängligt syre fås strax innan islossning (stor mängd av det tillgängliga syret är då förbrukat och ingen syrgas kan diffundera till ytvattnet) och om sensommaren i termiskt skiktade sjöar (bottenvattnet är då skilt från det syresatta ytvattnet genom en temperaturgradient och omblandning av vattenmassan har upphört) (ibid.).

Naturlig syreförbrukning förekommer i sjöar som är rika på humusämnen eller har en stor mängd organiskt material (Sonesten & Wilander 2006b). Eutrofa sjöar har i regel låga syrgashalter på grund av att näringsämnen i vattnet leder till ökad produktion av växtplankton, som vid nedbrytning ökar förbrukningen av syret vid botten (ibid.).

### 2.4.2.3 Förorenande ämnen

För att skydda vattenlevande organismer har man infört gränsvärden för förorenande ämnen så som metaller (krom, zink och koppar), bekämpningsmedel (växtskyddsmedel, biocider) och andra skadliga ämnen (Naturvårdsverket *et al.* 2007). Metaller är ämnen som förekommer naturligt i våra marker. Mängden metaller som redan finns i naturen anses inte vara toxisk för organismer. Då metaller tillförs ekosystem genom antropogena källor förekommer dessa ofta i former och halter som gör att de blir toxiska. Toxiciteten är beroende av metallens struktur och hur lätt denna tas upp av organismer. Vattnets egenskaper så som pH och alkalinitet är också av betydelse för absorptionen (ibid.).

## 2.4.3 Hydromorfologiska faktorer

### 2.4.3.1 Hydrologisk regim, kontinuitet samt morfologiska förhållanden

Antropogena ingrepp i sjöar och vattendrag i form av bland annat kanalisering, uträtning av meandrande bäckar samt dikesgrävning har bidragit till att lekplatser för fisk och andra viktiga habitat har gått förlorade och är därav av stor ekologisk betydelse (Lundholm & Olsson 2007). Konstgjorda vandringshinder är numera vanligt förekommande. Dessa påverkar såväl organismers spridningsmöjlighet som sjöar och vattendrags flöden, variation i höjdded, djup och bredd. För att öka förståelsen av organismers utbredning samt sjöar och vattendrags fluktuationer är det viktigt att olika typer av vandringshinder beskrivs och

kartläggs (ibid.). Genom att undersöka vattenflödesvolym, variation i sjövattnetsdjup, sjöns volym, sjöbäddens struktur och substrat samt sjöstrandens struktur kan man bedöma sjöns hydrologiska och morfologiska förhållanden (Nilsson, 2006). (I föreliggande arbete utförs en biotopkartering av sjöstranden och landstranden vilken syftar till att kartlägga värdefulla biotoper invid sjön.) Det är viktigt att kvantifiera vilken inverkan dessa ingrepp har haft på miljön och om, eller hur dessa ingrepp har påverkat arters förekomst i området (ibid.).

## 3. Metod

---

### 3.1 Biotopkartering

En biotopkartering av Norrviken genomfördes i syfte att kartlägga ekologiskt betydelsefulla lokaler i nära anslutning till sjön. Metoden som användes kallas ”Jönköpingsmetoden” och är framtagen av länsstyrelsen i Jönköpings län (Jacobson och Liliegren, 2000). Flera variabler, såsom bottensubstrat, mängden död ved och vegetationssammansättning ingår i studien och bidrar till att biotopers naturvärden och betydelse för den biologiska mångfalden kan bedömas (ibid.). Karteringen är uppdelad i fyra olika steg, som beskrivs nedan.

#### 3.1.1 Steg 1. Flygbildstolkning

Med hjälp av spegelstereoskop och IR-flygbilder (99804-A\*17\*1516, bild 11 och 12) från Länsstyrelsens omdrevsfotografering (1999) genomfördes flygbildstolkning av marker i anslutning till Norrviken. Gröna och Ekonomiska kartan användes som informationskällor och för att avgränsa delområden med likartad vegetationssammansättning inför fältkarteringen (steg 2).

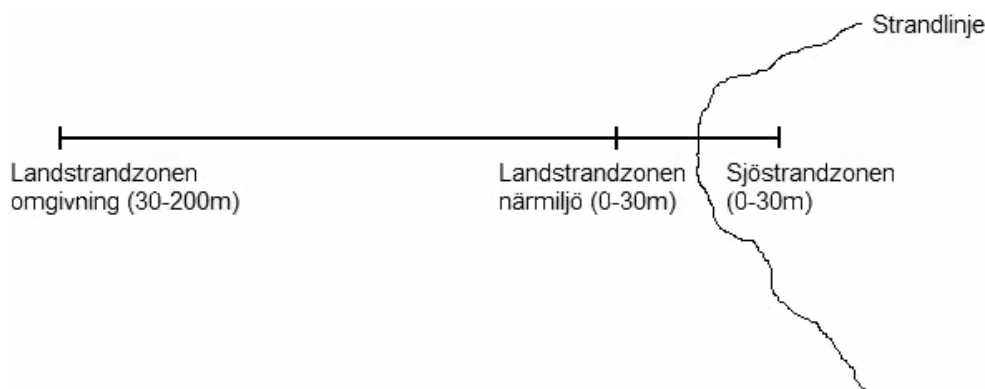
#### 3.1.2 Steg 2. Fältinventering av sjön

Fältinventeringen genomfördes 2007-09-06 – 2007-09-18: Områden som inventerades var sjöstrandzonen, landstrandzonens närmiljö samt tillflöden och diken. Karteringen skedde enligt *Biotopkartering – sjöstränder, metodik för kartering av biotoper i och i anslutning till sjöstränder* (Jacobson och Liliegren, 2000).

Sjöstrandzonen sträcker sig från strandlinjen och så långt ut i vattnet som befintlig vattenvegetation når, dock högst 30 m ut i vattnet (fig. 5). De huvudsakliga inventerade faktorerna i denna zon var bottensubstrat och vattenvegetation.

Avloppsrör, diken och biflöden markerades på en separat karta samt i tillhörande protokoll. I fält värderades tillflödenas vattenkemiska påverkan på sjön utifrån en visuell uppskattning av befintliga marktypers (artificiell, åker samt kalhygge) täckningsgrad av tillflödenas närområde. Dessutom uppskattades tillflödenas bredd, djup och flöde.

Landstrandzonens närmiljö sträcker sig från strandlinjen och 30m inåt land (fig. 5). Landstrandzonen delades upp i närmiljö och omgivning. I närmiljözonen karterades framförallt vegetationen, mängden död ved och allmänhetens möjlighet att utnyttja stranden för rekreation. Då fältinventeringen var avklarad kompletterades protokollen genom att information från tidigare flygbildstolkning fördes in under benämningen landstrandzonens omgivning (fig. 5) (från landstrandzonens närmiljö och ytterligare 200 m inåt land). Den dominerande marktypen inom området noterades och de avgränsade delområdenas längd mättes med hjälp av Arc View GIS 3.3.



**Fig. 5.** Inventeringsmetod för biotoper inom sjö- och landstrandzonen lokaliserade kring sjön Norrviken.

Under fältinventeringen noterades uppgifter i framtagna protokoll (A för sjöstranden, B för landstranden, C för tillflöden och diken samt D för allmänna uppgifter om sjön (bilaga 4)) (Jabobson och Liliegren, 2000). Varje protokoll innehöll ett antal olika faktorer och i fält gjordes en uppskattning av förekommande faktors täckningsgrad inom varje delsträcka. Täckningsgraden angavs med hjälp av en fyrgradig skala 0-3 (se nedan).

- |                            |
|----------------------------|
| 0 = saknas eller obetydlig |
| 1 = ≤ 5 % täckning         |
| 2 = 5-50 % täckning        |
| 3 = ≥ 50 % täckning        |

Denna skala användes för inventeringen av alla vegetationstyper inom sjöstrandzonen och landstrandzonen, för bottenstrat och vid bedömningen av tillflödenas påverkansklass (ibid.).

### 3.1.3 Steg 3. Sammanställning

Insamlade fältdata lades in i en databas utvecklad av Länsstyrelsen i Jönköpings län. För varje faktor beräknades ett längdviktat medelvärde genom att delsträckans längd (i meter) multiplicerades med 0, 1, 2 eller 3 beroende av den uppskattade täckningsgraden. Därefter summerades värdena för de olika substraten och slutligen dividerades substratets totala värde med sjöns totala omkrets (se teoretiskt exempel nedan).

Sträcka (nr)	Längd (m)	Täckningsgrad av substrat	
1	327	1	1*327=327
2	625	3	3*625=1875
3	433	0	0*433=0
			Summa 2202
Sjöns totala omkrets (m)		Medelvärdesberäkning	
19390		2202/19390=0,11	

De framräknade värdena för de olika faktorerna sammanställdes i form av diagram (fig. 7-11 och tabell 1) där förhållandena mellan de olika faktorerna framgår.

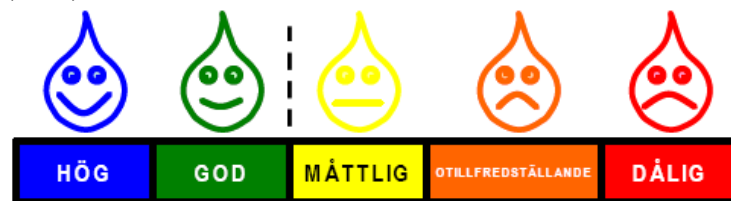
### 3.1.4 Steg 4. Digitalisering

Inventerade delområden inom sjö- och landstrandzonen, tillflöden och diken digitaliserades med hjälp av Arc GIS (Arc Map) samt OCAD 8. Informationen presenteras i form av en översiktlig karta (Fig. 11). Den ekonomiska kartan blad 10I9e och 10I8e användes som underlagskarta vid framställningen.

## 3.2 Bedömning av miljö kvalitet

För att göra en bedömning av Norrvikens miljö tillstånd användes framtagna bedömningsgrunder presenterade i separata rapporter på Vattenportalen (Naturvårdsverket *et al.*, 2007). Många av bedömningsgrunderna är desamma som har angivits i Naturvårdsverkets rapport *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet i sjöar och vattendrag* (Naturvårdsverket 1999), men för de faktorer där man hunnit omarbota bedömningsgrunderna sedan 1999 användes den senare versionen.

Biologiska, fysikalisk-kemiska och morfologiska bedömningar av en vattenförekomst bildar tillsammans de kvalitetsfaktorer som ingår vid en ekologisk bedömning. Vid klassifikation av en sjös ekologiska status är det de biologiska kvalitetsfaktorerna som väger tyngst (Naturvårdsverket, 2007). Systemet för bedömning av biologiska kvalitetsfaktorer bygger på tillståndsklasser där varje klass är ett försök att skildra förändringar i ekosystem och eventuell hälsopåverkan. Klass ett (hög) motsvarar ett naturligt stadium, utan påverkan på ekosystem och hälsa. Klass fem (dålig) motsvarar stor förändring av det naturliga ekosystemet och en ansenlig påverkan på hälsan (fig. 6) (ibid.). Klasserna däremellan beskriver en successivt ökande påverkan. Utifrån klassningssystemet tilldelades varje faktor en klass (1-5) utifrån hur väl de uppmätta värdena stämde överens med angivna bedömningsgrunder. Gränsen mellan god och måttlig status är en viktig gräns; om den analyserade vattenförekomsten får en lägre klass än god status måste ett åtgärdsprogram för att förbättra vattenförekomstens status sättas in (Naturvårdsverket, 2007).



**Fig. 6.** Möjliga statusklasser. Gränsen mellan god och måttlig status är betydelsefull, för alla vattenförekomster som tilldelas en lägre status än god måste kvalitetsförbättrande åtgärder sättas in (Naturvårdsverket, 2007).

Om det visar sig att den analyserade vattenförekomsten kan tilldelas ”hög biologisk ytvattenstatus” eller ”god biologisk ytvattenstatus” går man vidare med den ekologiska bedömningen av vattenförekomsten och tittar på de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna (Naturvårdsverket, 2007). Om avsedd vattenförekomst däremot inte uppnår ”god biologisk ytvattenstatus” avslutas den ekologiska bedömningen av vattenförekomsten och den statusklass som tilldelats denna kvalitetsfaktor blir gällande för sjöns totala ekologiska bedömning. Den bakomliggande orsaken till att den ekologiska bedömningen avslutas är att om florans och faunan i anslutning till analyserad vattenförekomst inte är i balans spelar det mycket liten roll om vattenkemin eller hydromorfologin som råder uppnår en ”god” eller ”hög” statusklass (ibid.).

Den fysikalisk-kemiska klassningen sker utifrån givna gränsvärden där klassernas möjliga status är ”god fysikalisk-kemisk ytvattenstatus” eller ”uppnår ej god fysikalisk-kemisk

ytvattenstatus”. Gränsvärdena för fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer är framtagna av EU och således allmängiltiga för alla länder som skrivit under Ramdirektivet för vatten. Om den analyserade vattenförekomsten utifrån uppmätta värden kan tilldelas god status även för denna kvalitetsfaktor går man ytterligare ett steg i den ekologiska bedömningen och tittar på de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna. De möjliga statusklasserna för hydromorfologiska kvalitetsfaktorer är desamma som för de biologiska (ibid.).

Den av de ovan nämnda kvalitetsfaktorerna (biologisk, fysikalisk-kemisk och hydromorfologisk) som visar på störst avvikelser från det ”normala stadiet”, och alltså tilldelas sämst klass, är utslagsgivande för sjöns totala ekologiska bedömning (Naturvårdsverket, 2007). För att ge vattenförekomsten den övergripande klassen ”god ekologisk status” måste alla ingående kvalitetsfaktorer uppnå denna klass. Om de biologiska och fysikalisk-kemiska faktorerna tilldelas klassen ”god status” och den hydromorfologiska faktorn tilldelas klassen ”måttlig status” blir den totala bedömningen av sjöns ekologiska status ”måttlig”. Åtgärder för att uppnå god ekologisk status till år 2015 måste då sättas in (ibid.).

I den ekologiska bedömningen av Norrviken ingår faktorerna: klorofyll, bottenfauna, fisk, näringsämnen (totalkväve och totalfosfor samt kvoten mellan totalkväve och totalfosfor), siktdjup, syrgashalt, och förorenande ämnen (kadmium, krom, kvicksilver, zink, bly och koppar). Som en del i klassificeringen ingår även den tidigare genomförda undersökningen av biotoper utmed Norrvikens strand samt övriga hydromorfologiska kvalitetsfaktorer (kontinuitet, markanvändning i närmiljön samt antal diken per km).

För att bedömningen av Norrvikens miljö kvalitet skulle vara så aktuell som möjligt valdes provtagningsperioden år 2005-2007. Data för faktorerna klorofyll, näringsämnen, siktdjup och syrgashalt är hämtade från en databas där provtagningar genomförda av Sollentuna kommun (år 2006 och 2007) redovisas, samt ur rapporten Sjöarna i Oxundaåns avrinningsområde 2003-2005 (år 2005) (Naturvatten i Roslagen, 2005). Bedömningen av de olika faktorerna grundas på medelvärdesberäkningar av prover tagna vid tre undersökningslokaler (nummer 1-3); provpunkternas lokalisering redovisas i form av en karta (fig. 12). Enligt Naturvårdsverket 2003 skall bedömningen av de olika faktorerna grundas på medelvärdesberäkningar av mätvärden insamlade i augusti månad under en treårsperiod. Proverna togs i enlighet med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Årsmedelvärden för varje parameter samt gränsvärden för bedömningen av tillståndsklassen redovisas i form av diagram och tabeller (fig. 13-18 samt tabell 2-5).

På grund av att undersökningar av bottenfauna och fisk både är kostsamma och tidskrävande att genomföra fanns inte lika omfattande mätvärden att tillgå. För dessa faktorer har Naturvårdsverkets bestämmelser om att bedömningen av miljö kvaliteten skall grundas på ett treårigt medelvärde åsidosatts. Provtagningar som ingår i rapporten är hämtade från den senast genomförda provtagningen för respektive parameter. Bottenfaunaundersökningen genomfördes av Naturvatten i Roslagen 2007. Provtagningar skedde vid fem provtagningspunkter (nummer 1-5); provpunkternas lokalisering redovisas i form av en karta (fig. 12). Provfisket utfördes av Lindberg och Nöbelin år 2006 och resultatet redovisas i form av två tabeller. Den första tabellen (tabell 3) redovisar förekommande arter och den andra (tabell 4) är en sammanställning av de delfaktorer som tillsammans utgör den totala parametern (fisk) samt den totala parameterns övergripande klasstillhörighet.



För parametern förorenande ämnen används medelvärden från perioden 2003-2005. Data är hämtade ur rapporten *Sjöarna i Oxundaåns avrinningsområde 2003-2005* (Naturvatten i Roslagen, 2005).

För att bestämma den hydromorfologiska kvalitetsfaktorns klasstillhörighet ingår data från den genomförda biotopkarteringen kring Norrviken och dessutom har ytterligare data för del faktorerna kontinuitet, markanvändning i närmiljön samt antal diken per km hämtats från databasen VISS (Vatteninformationssystem för sjöar) tillhandahållen av Länsstyrelsen i Stockholm (2008).

I tabell 5 finns en sammanställning av samtliga faktorerers klasstillhörighet, kvalitetsfaktorernas (biologisk, fysikalisk-kemisk samt hydromorfologisk) övergripande klasstillhörighet samt Norrvikens ekologiska statusklass.

För att utröna om en undersökningsperiod på tre år kan anses vara rimlig i förhållande till de naturliga fluktuationer som förekommer i sjöar gjordes ytterligare en beräkning. I samtal med Åke Ekström, stadsekolog på Sollentuna kommun beslutades att den utökade undersökningen skulle omfatta parametern totalfosfor. Årsmedelvärden från tioårsperioden 1998-2007 sammanställdes och redovisas i form av ett diagram (fig. 19). Dessa data är hämtade från en databas tillhandahållen av Länsstyrelsen i Stockholm samt de källor som är angivna ovan (perioden 2005-2007).



## 4. Resultat

### 4.1 Biotopkartering

#### 4.1.1 Sjöstranden

De växtgrupper som dominerar sjöstrandzonen är övervattensväxter; vass och säv var de vanligaste arterna (fig. 7). Sjöstrandzonen i Norrviken är relativt påverkad av mänsklig aktivitet, fem anlagda badplatser och upp till 40 mindre båtbyggor återfinns kring sjön.

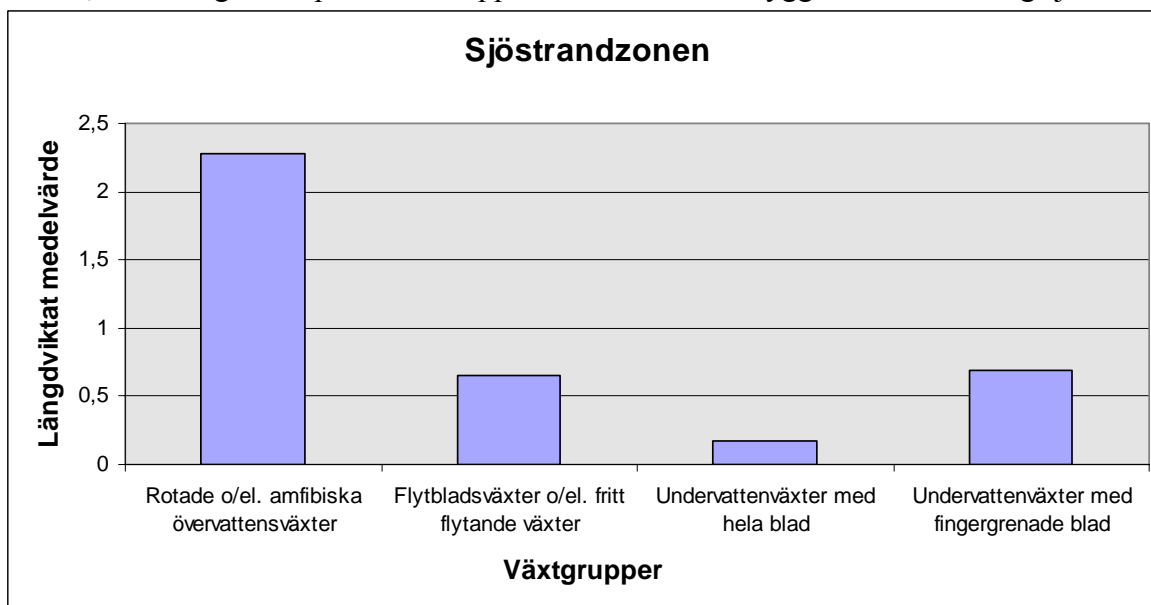


Fig. 7. Fördelningen av olika växtgrupper kring Norrviken

Bottensubstraten i sjöstrandzonen utgörs huvudsakligen av grovdetritus och findetritus samt grus och sten (fig. 8). Block och håll påträffas endast på ett fåtal platser utmed förkastningsbranten på sjöns östra sida och lera finns främst längs den västra strandkanten.

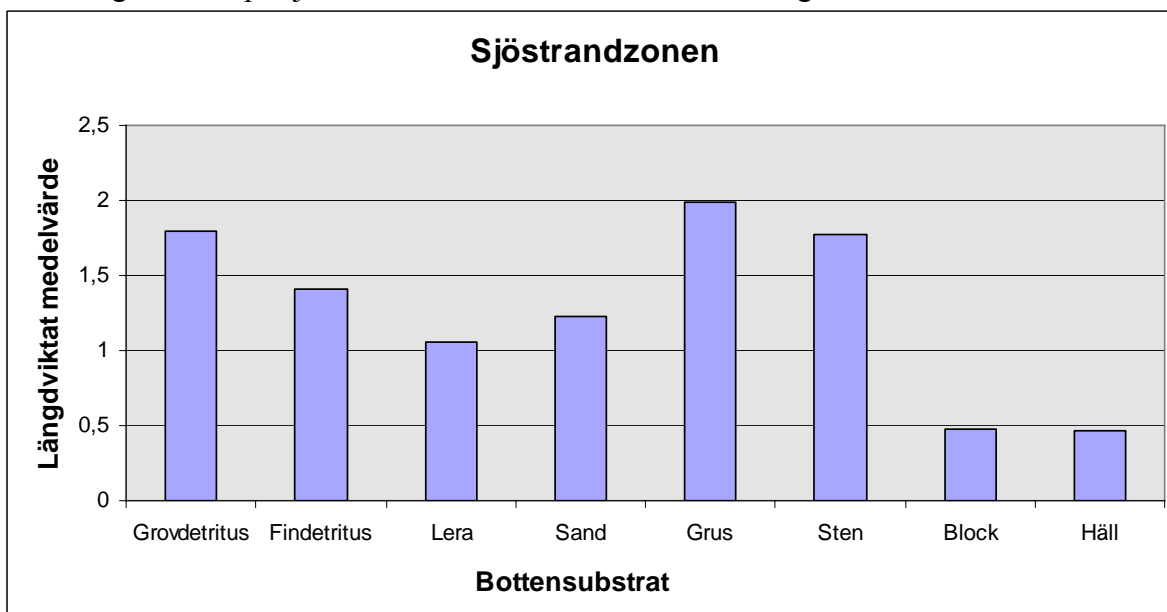
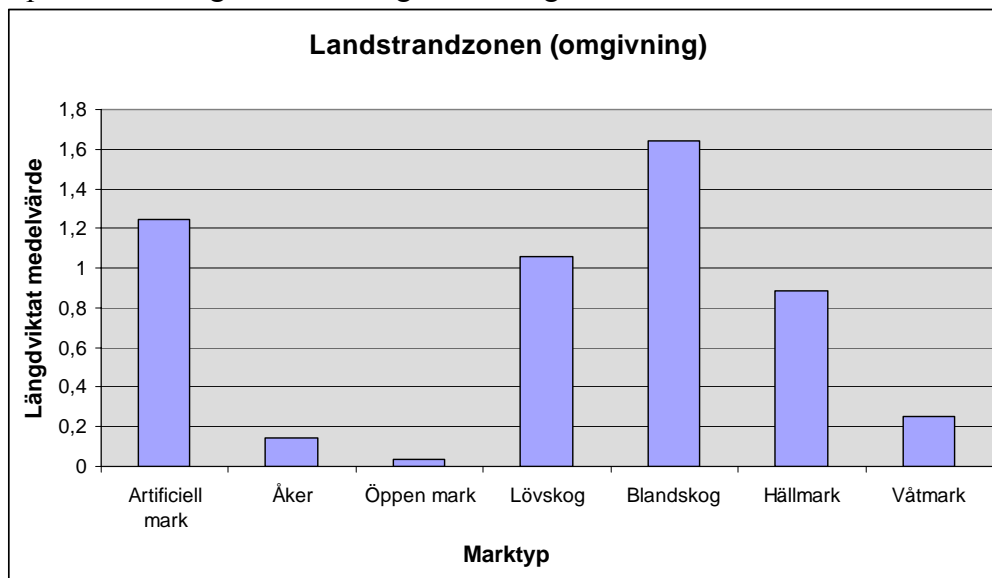


Fig. 8. Fördelningen av olika bottensubstrat i sjön Norrviken.

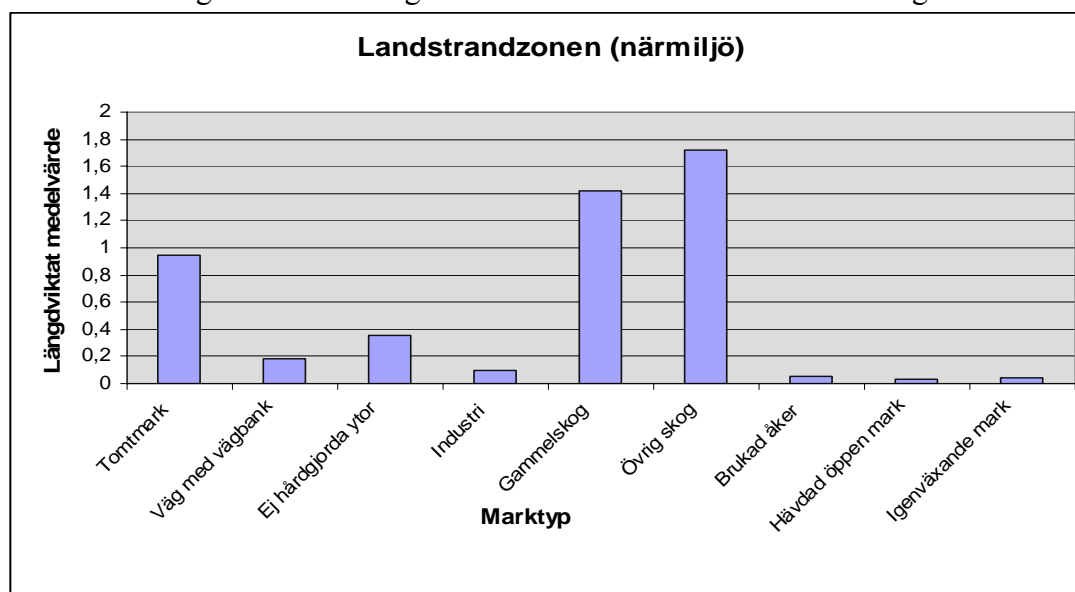
#### 4.1.2 Landstranden

Landstrandzonens omgivning domineras utmed sjöns västra strandkant av artificiell mark (fig. 9). Längs förkastningen på sjöns östra sida påträffas stora arealer blandskog och hållmark, i fuktigare partier i terrängen finns inslag av lövskog.



*Fig. 9. Fördelningen av olika marktyper inom landstrandzonens omgivning (30-200m från strandlinjen).*

Landstrandzonens närmiljö domineras av tomtmark, gammelskog (skog som är i slutavverkningsbar ålder men som inte bör avverkas på grund av att den utgör nyckelbiotoper och är av betydelse för den biologiska mångfalden) och övrig skog (flerskiktad skog som förekommer i anslutning till vatten) (fig. 10). En stor del av tomtmarkerna består av hus med tillhörande sjötomt vilket begränsar tillgängligheten för friluftslivet invid sjön. Skogspartiet närmast vattnet utgörs huvudsakligen av pil och al. Innanför denna påträffas gammelskog som domineras av stora grova tallar och granar. Förekomsten av död ved är riklig.



*Fig. 10. Fördelningen av marktyper inom landstrandzonens närmiljö (0-30m från strandlinjen).*

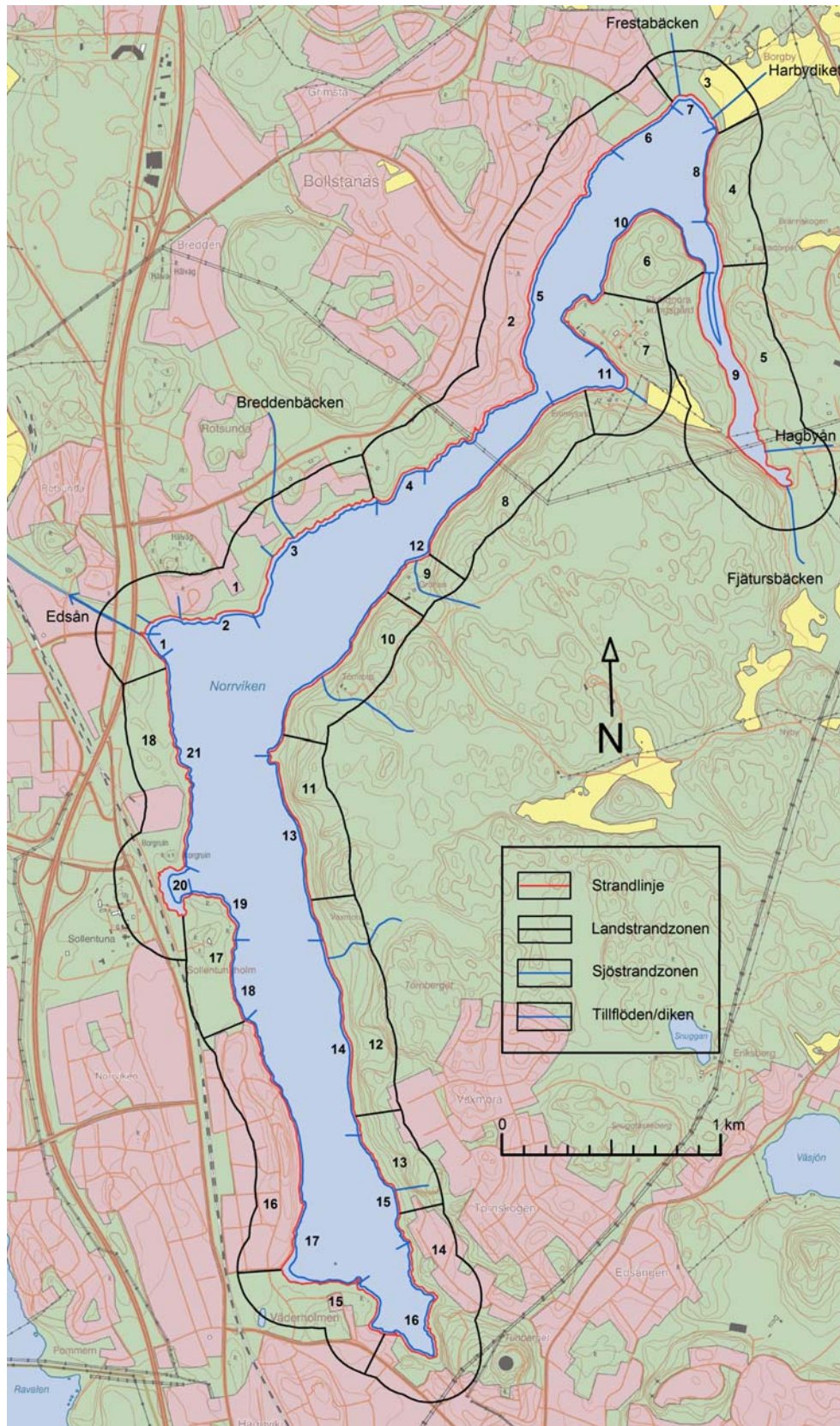
### 4.2.3 Tillflöden

Vid inventeringen påträffades 13 stycken tillflöden till Norrviken. Av dessa utgörs fem av diken och resterande åtta av naturliga vattendrag (tabell 1). Det största tillflödet utgörs av Hagbyån (nr 7, tabell 1) som kommer från Vallentuna sjön uppströms Norrviken i sjösystemet.

**Tabell 1.** Inventerade vattendrag och diken, samt deras påverkan på Norrviken (0 -ingen påverkan, 1 -liten påverkan, 2 -måttlig påverkan samt 3 -stor påverkan).

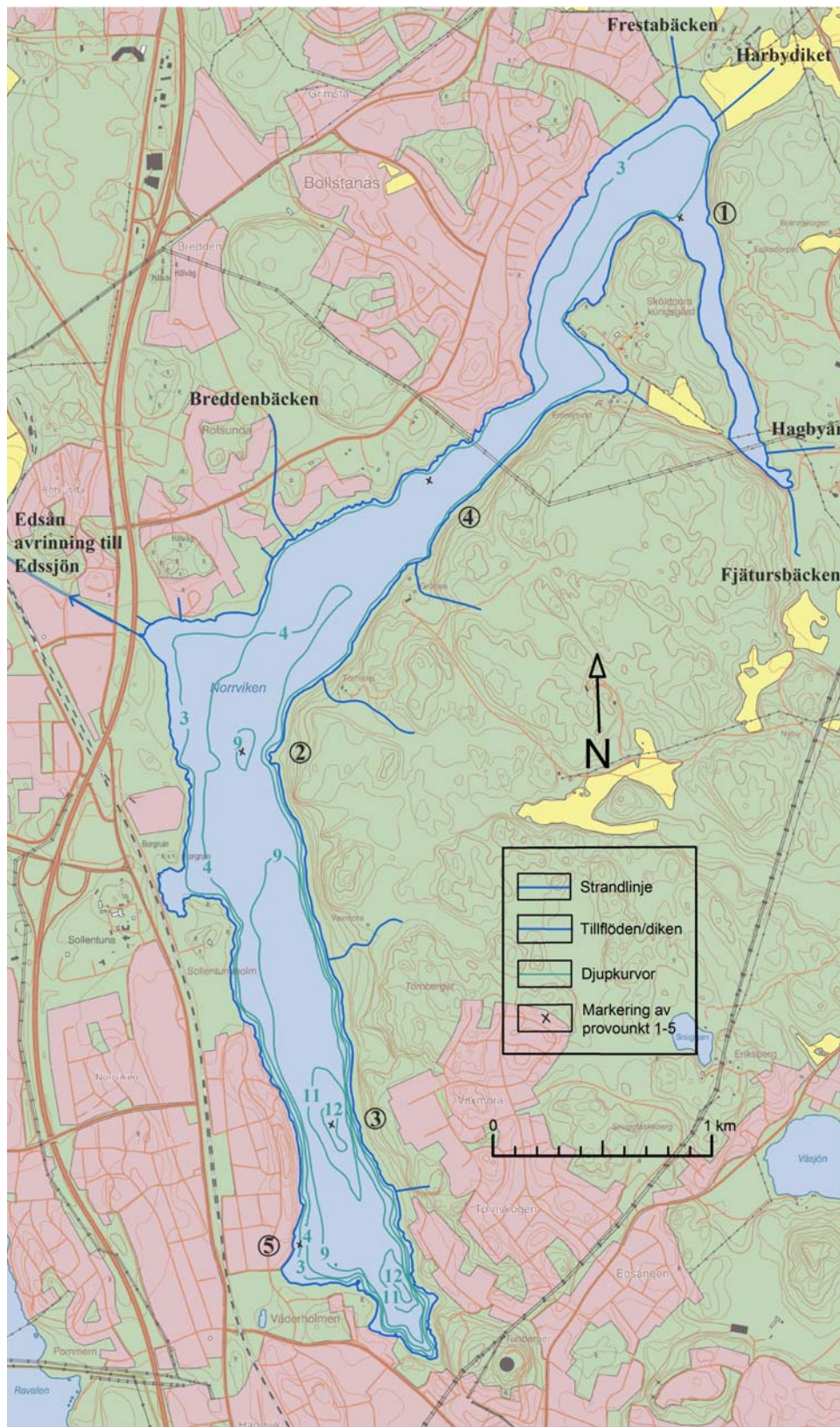
Tillflöde nr	Typ	Längd (km)	Påverkan klass	Påverkan typ	Bredd (m)	Djup (m)	Flöde (l/s)
1	Dike	0,1-0,5	3	Artificiell	1	0,5	1
2	Dike	0,1-0,5	1	Artificiell	1	0,5	0,5
3	Dike	0,1-0,5	1	Artificiell	1	0,5	0,5
4	Vattendrag	0,5-1,0	2	Artificiell	2	0,5	1
5	Vattendrag	0,5-1,0	1	Åker	1,5	0,5	0
6	Dike	0,5-1,0	3	Åker	0,5	0,5	0
7	Vattendrag	>1	3	Åker	5	1	10
8	Vattendrag	>1	2	Åker	1	1	1,5
9	Dike	0,1-0,5	1	Åker	0,5	1	0,5
10	Vattendrag	0,5-1	0	-	1	1	2
11	Vattendrag	>1	0	-	1,5	1	1
12	Vattendrag	0,5-1	0	-	1	1	1
13	Vattendrag	<0,1	1	Artificiell	2	0,5	0,5

#### 4.2.4 Karta över inventerade delområden och tillflöden



**Fig. 11.** Zonindelning av sjö- och landstranden samt karterade tillflöden och diken. (Ekonomiska kartbladet blad 10I9e och 10I8e)

#### 4.2.5 Djupkarta och provpunkter i sjön Norrviken

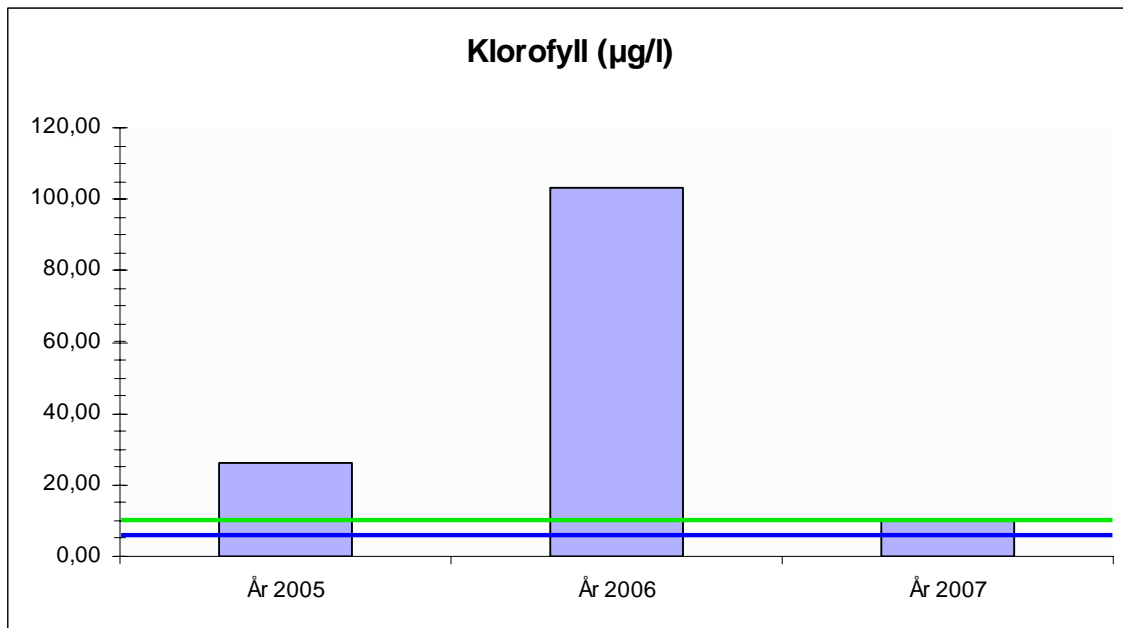


**Fig. 12.** Generalisering av djupkarta över Norrviken, uppgifter hämtade från Limnologiska institutionen i Uppsalas undersökningar av Norrviken (Ahlgren et al.).

## 4.3 Biologiska kvalitetsfaktorer

### 4.3.1 Klorofyll

Analyser av mängden klorofyll i augusti månad under perioden 2005-2007 visade att vattnet innehöll en stor växtplanktonbiomassa (fig. 13) Biomassan tenderar att variera kraftigt mellan olika år, men under hela analysperioden var växtplanktonbiomassans status lägre än ”god”. Beräknat medelvärde för hela treårsperioden är 46,4 µg/l, vilket genererar en lägre klass än god status (klass 3). En fullständig analys av växtplanktonsammanställningen bör genomföras.



**Fig. 13.** Gränsvärden för bedömning av klorofyll a i södra Sveriges humösa sjöar enligt nuvarande bedömningsgrunder (Sonesten, 2007). Hög status  $\leq 6,0$  µg/l (blå linje), god status 0,6-10 µg/l (grön linje), för övriga statusklassningar måste en fullständig analys av växtplanktonsammanställningen genomföras (ibid.).



### 4.3.2 Bottenfauna

Prover tagna på ackumulationsbotten i profundalen (sjöns vegetationsfria botten) visar att olika känsliga arter trivdes olika bra på de lokaler där prover togs (funna klasser och deras abundans redovisas separat för varje provpunkt i bilaga 2). Detta fick till följd att de olika provpunkterna tilldelades olika kvalitetsklasser. Prover tagna på större djup i sjön, klassades som otillfredsställande (klass 4) medan prover tagna på mindre djupa botten tilldelades klassen måttligt goda förhållanden (klass 3) (Lindquist, 2007).

I litoralen (de delar av sjön som ligger närmast land och där vegetation återfinns) hittades 36 arter och den relativa abundansen var 5000 ind./m<sup>2</sup> (Lindquist, 2007). Bottenfaunan bestod i denna del av sjön främst av djur som samlar in sin föda genom att söka bland döda växtdelar utmed botten (ibid.).

Den totala klasstillhörigheten för delfaktorn Bottenfauna blev utifrån funna klasser i profundalen och litoralen enligt Lindquist, 2007 klass 2 (god).

**Tabell 2.** *Klasser funna i profundalen och litoralen vid bottenfaunaprovtagningen. Klassens Svenska namn anges, i de fall där flera arter av samma klass är identifierade är dessa angivna med kursiv stil under den klass som de tillhör.*

<b>Klasser i profundalen</b>
Fåborstmask
Musselkräfta
Svidknott
Toffsmygga
Fjädermygga <i>(Chironomus plumosus)</i> <i>(Cryptochironomus sp.)</i> <i>(Polypedium sp.)</i> <i>(Tanytarsus sp.)</i>
Rovfjädermygga

<b>Klasser i litoralen</b>	
Fåborstmaskar	Starrdagslända
Hundigel	Nattslända
Tvåögd broskigel	Smånattslända
Platt hattsnäcka	<i>(Orthotrichia sp.)</i>
Stor snytesnäcka	<i>(Oxyethira sp.)</i>
Oval dammsnäcka	Långhornsnattslända
Båtsnäcka	<i>(Athripsodes cinereus)</i>
Ribbskivsnäcka	<i>(Mystacides azurea)</i>
Vandarmussla	Fångstnättnattslända
Klotmussla	<i>(Cyrnus sp.)</i>
Dammussla	<i>(Holocentropus sp.)</i>
Musselkräfta	Tunnelnattslända
Sötvattengråsugga	<i>(Lype phaeopa)</i>
Blågrön flickslända	<i>(Tinodes waeneri)</i>
Ådagslända	<i>(Lype phaeopa)</i>
<i>(Alainites muticus)</i>	<i>(Lype sp.)</i>
<i>(Baetis sp.)</i>	<i>(Tinodes waeneri)</i>
<i>(Cloeon inscriptum)</i>	Fjäril
Gul dammslända	Svidknott
Slamslända	Fjädermygga

### 4.3.3 Fisk

Norrviken är en relativt produktiv sjö med en mycket hög artdiversitet. Elva fiskarter påträffades vid provfisket 2006 (Lindberg och Nöbelin, 2006). Fördelningen mellan arterna är förhållandevis jämn, och likaså är förhållandet mellan karpfiskar och rovfiskar (ibid.). Av de fiskarter som förekommer är aspen med på rödlistan över hotade arter (ArtDatabanken, 2005a). Asp är klassad som en sårbar art, det vill säga "...löper stor risk att dö ut i vilt tillstånd i ett medellångt tidsperspektiv" (ArtDatabanken, 2005b sid. 2). Aspen är således av stor betydelse för den biologiska mångfalden i Norrviken.

**Tabell 3.** Befintliga fiskarter och den procentuella fördelningen mellan de olika arternas antal och vikt i Norrviken (Lindberg och Nöbelin, 2006)

Fiskarter	Artsammansättning % (antal)	Artsammansättning % (vikt)
Abborre ( <i>Perca fluviatilis</i> )	57	30
Asp ( <i>Aspius aspius</i> )	0	4
Benöja ( <i>Alburnus alburnus</i> )	7	4
Björkna ( <i>Abramis bjoerkna</i> )	9	17
Braxen ( <i>Abramis brama</i> )	1	11
Gärs ( <i>Gymnocephalus cernua</i> )	5	1
Gädda ( <i>Esox lucius</i> )	0	4
Gös ( <i>Sander lucioperca</i> )	1	5
Mört ( <i>Rutilus rutilus</i> )	20	22
Sarv ( <i>Scardinius erythrophthalmus</i> )	0	1
Sutare ( <i>Tinca tinca</i> )	0	1

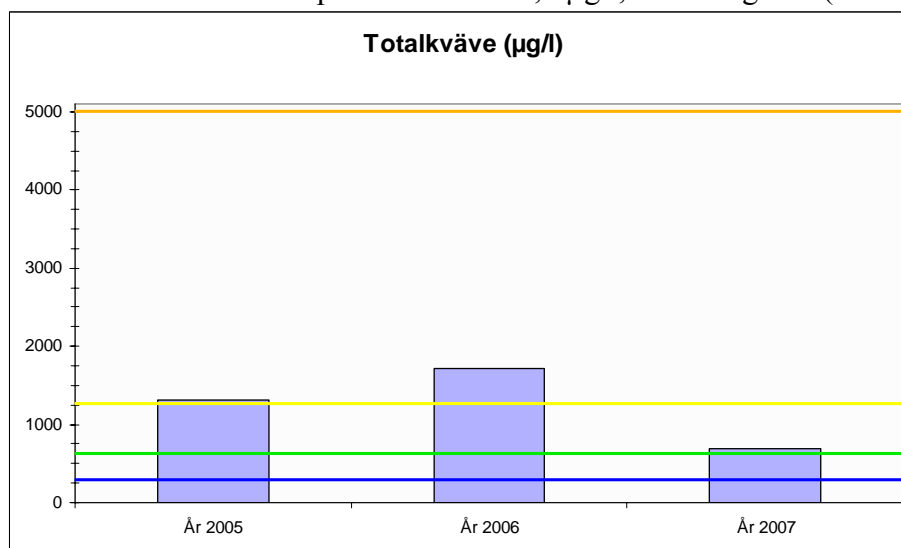
**Tabell 4.** Resultat av genomfört provfiske 2006 och de ingående faktorerfaktorernas klassificering i förhållande till rådande bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). Faktorn främmande arter ingår ej i bedömningen, då inga främmande arter hittades vid provtagningen. Den sammanvägda bedömningen av de olika faktorerfaktorerna gav den övergripande faktorn fisk klass 2 (Lindberg och Nöbelin, 2006).

Faktor	Resultat	Klass
Antal arter	11	1
Diversitet	0,83	1
Antal individer	107	4
Biomassa	2853	2
Andel karpfisk	0,6	2
Andel fiskätande fiskar	0,19	3
Försurning	1	1
Syrebrist	0,01	1
<b>Sammanvägdbedömning klass 2 (god)</b>		

## 4.4 Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer

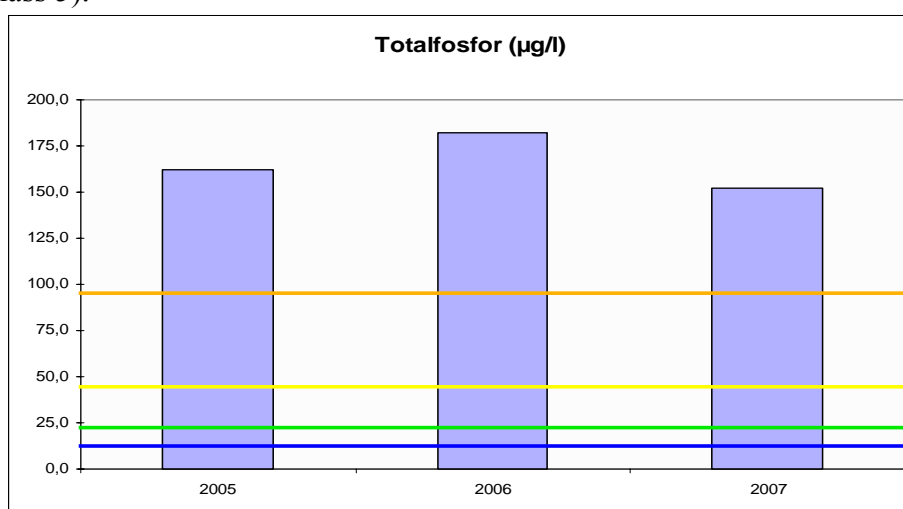
### 4.4.1 Näringsämnen (kväve och fosfor)

Beräknade medelvärden av totalkväve i prover tagna vid ytan och vid botten under augusti månad 2005-2007 visar att samtliga prover har hög eller mycket hög halt totalkväve (fig. 14). Beräknat medelvärde för hela treårsperioden är 1244,6  $\mu\text{g/l}$ , d.v.s. hög halt (klass 3).



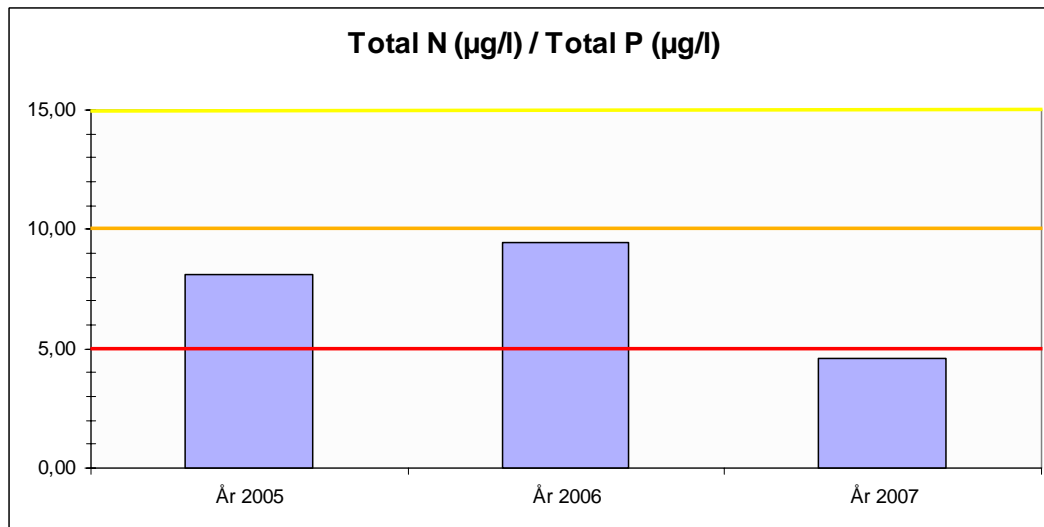
**Fig. 14.** Gränsvärden för bedömning av totalkväve enligt nuvarande bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 1999). Låg halt  $<300\mu\text{g/l}$  (blå linje), måttligt hög halt  $300-625\mu\text{g/l}$  (grön linje), hög halt  $625-1250\mu\text{g/l}$  (gul linje), mycket hög halt  $1250-5000\mu\text{g/l}$  (orange linje), extremt hög halt  $>5000\mu\text{g/l}$  (Wilander, 2006).

Medelvärdesberäkningar av totalfosfor i prover tagna vid ytan och vid botten under augusti 2005-2007 visar att vattenmassan under undersökningsperioden innehöll extremt hög halt totalfosfor (fig. 15.). Beräknat medelvärde för hela treårsperioden är 165,8  $\mu\text{g/l}$ , d.v.s. extremt hög halt (klass 5).



**Fig. 15.** Gränsvärden för bedömning av totalfosfor enligt nuvarande bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 1999). Låg halt  $<12,5\mu\text{g/l}$  (blå linje), måttligt hög halt  $12,5-23\mu\text{g/l}$  (grön linje), hög halt  $23-45\mu\text{g/l}$  (gul linje), mycket hög halt  $45-96\mu\text{g/l}$  (orange linje), extremt hög halt ej definierat (Wilander, 2006).

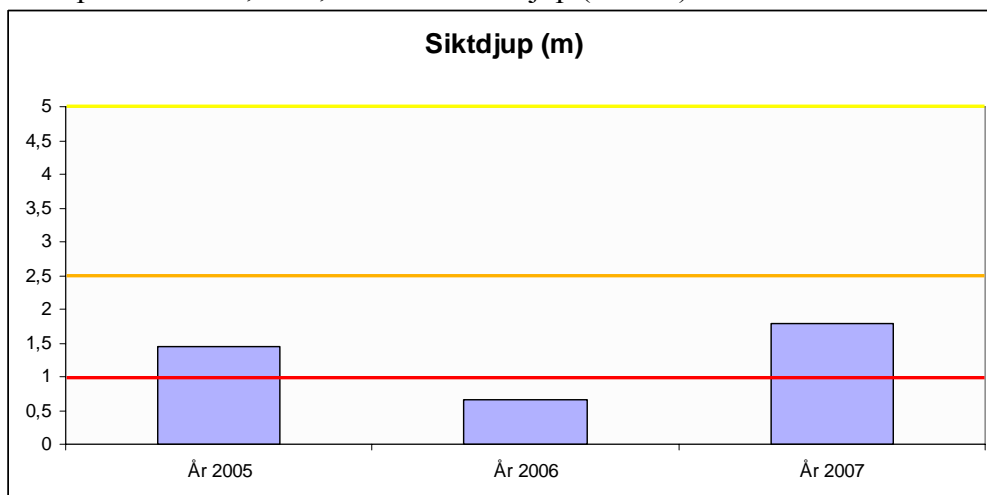
Medelvärdesberäkning av totala N/P-kvoten (2005-2007) visar att Norrviken har ett stort kväveunderskott och att det är mycket sannolikt att kvävefixering och cyanobakterier förekommer i sjön (fig. 16) (Wilander, 2006). Beräknat medelvärde för hela treårsperioden är 7,3 $\mu\text{g/l}$ , d.v.s. stort kväveunderskott (klass 4).



**Fig. 16.** Gränser för bedömning av totala N/P-kvoten enligt bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 1999). Kväveunderskott 30  $\mu\text{g/l}$ , kväve-fosforbalans 15-30  $\mu\text{g/l}$ , måttligt kväveunderskott 10-15  $\mu\text{g/l}$  (gul linje), stort kväveunderskott 5-10 (orange linje)  $\mu\text{g/l}$ , extremt kväveunderskott <5  $\mu\text{g/l}$  (röd linje) (Wilander, 2006).

#### 4.4.2 Siktdjup

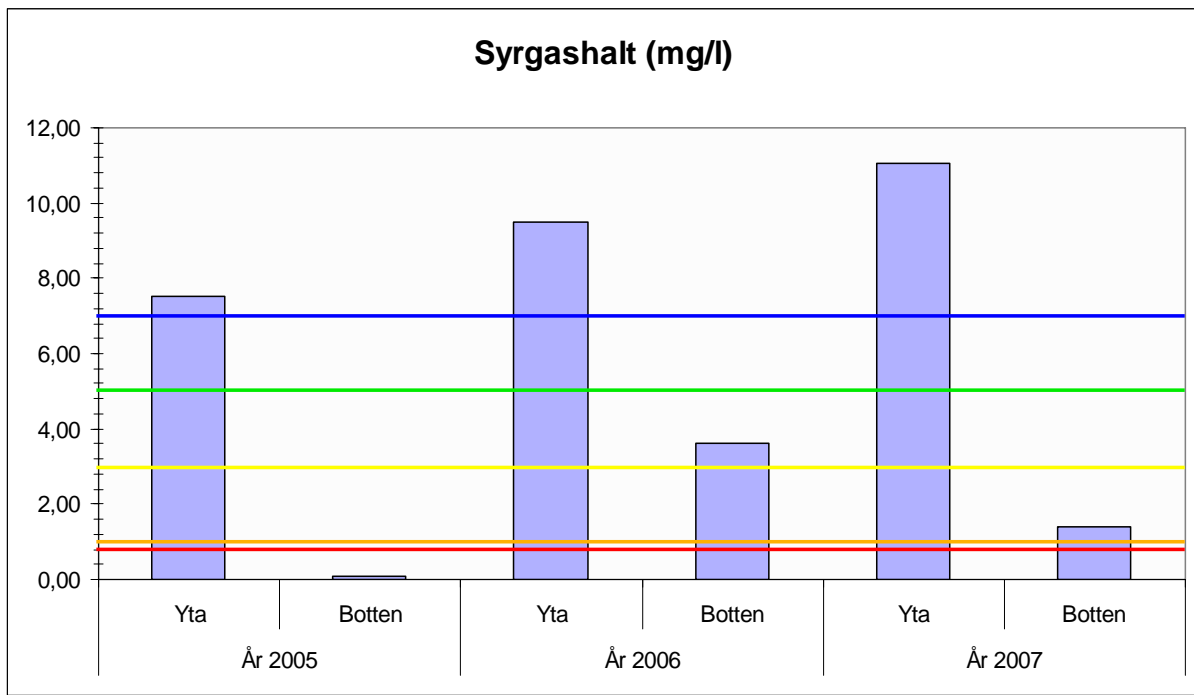
Analyser av medelvärden av siktdjupet i augusti månad perioden 2005-2007 visar att siktdjupet i Norrviken varierar från att vara litet till mycket litet (fig. 17). Utifrån medelvärdet av det uppmätta siktdjupet kan man dra slutsatsen att Norrviken är en eutrof sjö med vissa tendenser till att vara en hypertrof sjö (Sonesten och Wilander, 2006). Beräknat medelvärde för hela treårsperioden är 1,29 m, d.v.s. litet siktdjup (klass 4).



**Fig. 17.** Gränsvärden för bedömning av siktdjup enligt gällande bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 1999). Mycket stort siktdjup >8m, stort siktdjup 5-8m, måttligt siktdjup 2,5-5m (gul linje), litet siktdjup 1-2,5m (orange linje), mycket litet siktdjup <1m (röd linje) (Sonesten och Wilander, 2006).

### 4.4.3 Syrgashalt

Beräknade medelvärden av syrgashalten i prover tagna vid ytan och vid botten under augusti månad 2005-2007 visar att syrgashalten i ytvattnet är stor medan bottenvattnet har varierande syrgashalt (fig. 18). Lägst uppmätta värdet hamnar i kategorin syrefritt eller nästan syrefritt tillstånd. Beräknat medelvärde vid botten för hela treårsperioden är 1,7 mg/l, d.v.s. syrefattigt tillstånd (klass 4).



**Fig. 18.** Gränsvärden för bedömning av syrgashalt enligt nuvarande bedömningsgrunder. Syrerikt tillstånd >7 mg/l (blå linje), måttligt syrerikt tillstånd 5-7 mg/l (grön linje), svagt syretillstånd 3-5 mg/l (gul linje), Syrefattigt tillstånd 1-3 mg/l (orange linje), syrefritt eller nästan syrefritt tillstånd <1 mg/l (röd linje). Bedömningen görs i temperaturskiktade sjöars bottenvatten (Sonesten och Wilander, 2006).

#### 4.4.4 Förorenande ämnen

Sedimentundersökningar av Norrvikens bottensediment visade att förorenande ämnen förekom i relativt liten utsträckning. Mycket låga halter av metallerna kadmium, kvicksilver och bly förekom, zinkhalten var låg och krom och koppar halterna var måttligt låga (bedömningsgrunder för varje ämne finns i bilaga 2) (Naturvatten i Roslagen, 2005).

*Tabell 5. Undersökta metaller i Norrvikens bottensediment för perioden 2003-2005 samt beräknade medelvärden och tilldelade tillståndsklasser för varje ämne samt den övergripande klasstillhörigheten för faktorn förorenande ämnen.*

<b>Sedimentanalyser (mg/kg TS)</b>		
<b>Ämne</b>	<b>Medelvärde (2003-2005)</b>	<b>Tillståndsklasser</b>
Kadmium	0,421	Klass 1
Krom	42,4	Klass 3
Kvicksilver	0,136	Klass 1
Zink	203	Klass 2
Bly	38,9	Klass 1
Koppar	79,2	Klass 3
<b>Sammanvägd bedömning klass 3 (måttlig)</b>		

#### 4.5 Sammanvägd bedömning av ingående kvalitetsfaktorer

Vid en ekologisk bedömning av en vattenförekomst är det de biologiska kvalitetsfaktorerna som väger tyngst (Naturvårdsverket, 2007). Den av de faktorer som tilldelats sämst statusklass blir utslagsgivande för den totala kvalitetsfaktorernas ekologiska bedömning (ibid.). De biologiska faktorer som undersöktes i Norrviken var klorofyll, bottenfauna och fisk. Bottenfauna och fisk tilldelades statusklass 2, medan klorofyll tilldelades statusklass 3. Den sammanvägda bedömningen av de biologiska kvalitetsfaktorerna tilldelas således statusklass 3 (måttlig).

*Tabell 6. Sammanställning av de faktorer som ingår i den biologiska kvalitetsfaktorn. Faktorernas klasstillhörighet och den övergripande klasstillhörigheten för den biologiska kvalitetsfaktorn redovisas.*

<b>Biologiska kvalitetsfaktorer</b>	
Klorofyll	Klass 3
Bottenfauna	Klass 2
Fisk	Klass 2
<b>Sammanvägd bedömning</b> <b>klass 3 (måttlig)</b>	

Enligt Naturvårdsverkets direktiv för klassning av en vattenförekomst ekologiska status behöver man inte utföra fler undersökningar än dessa. Den biologiska kvalitetsfaktorernas övergripande klasstillhörighet tilldelades en sämre statusklass än ”god” och man måste därför upprätta en åtgärdsplan för att vattenförekomsten skall uppnå ”god status” innan år 2015. Trots detta utfördes vidare studier för att utröna vilken statusklass som enligt Naturvårdsverkets bestämmelser skulle tilldelas Norrvikens Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktor. De fysikalisk-kemiska faktorerna som undersöktes var näringsämnen, siktdjup, syrgas och förorenande ämnen.

*Tabell 7. Sammanställning av de faktorer som ingår i den fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorn. Faktorernas klasstillhörigheten och den övergripande klasstillhörigheten för den fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorn redovisas.*

<b>Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer</b>	
Näringsämnen	
Totalkväve	Klass 3
Totalfosfor	Klass 5
N/P-kvot	Klass 4
Siktdjup	Klass 4
Syrgas	Klass 4
Förorenande ämnen	Klass 3
<b>Sammanvägd bedömning</b> <b>Uppnår ej god fysikalisk-kemisk status</b>	

De undersökningar som genomfördes för att fastställa den hydromorfologiska kvalitetsfaktorns klasstillhörighet är hämtade från databasen VISS (Vatteninformationssystem för sjöar) tillhandahållen av Länsstyrelsen i Stockholm (2008). Biotopkarteringen av Norrviken ingår som en del i den hydromorfologiska kvalitetsfaktorn, men har till följd av bristande klassindelningsdirektiv inte tilldelats någon klasstillhörighet.

***Tabell 8.** Sammanställning av de faktorer som ingår i den hydromorfologiska kvalitetsfaktorn. Faktorernas klasstillhörighet och den övergripande klasstillhörigheten för den hydromorfologiska kvalitetsfaktorn redovisas (VISS, 2008).*

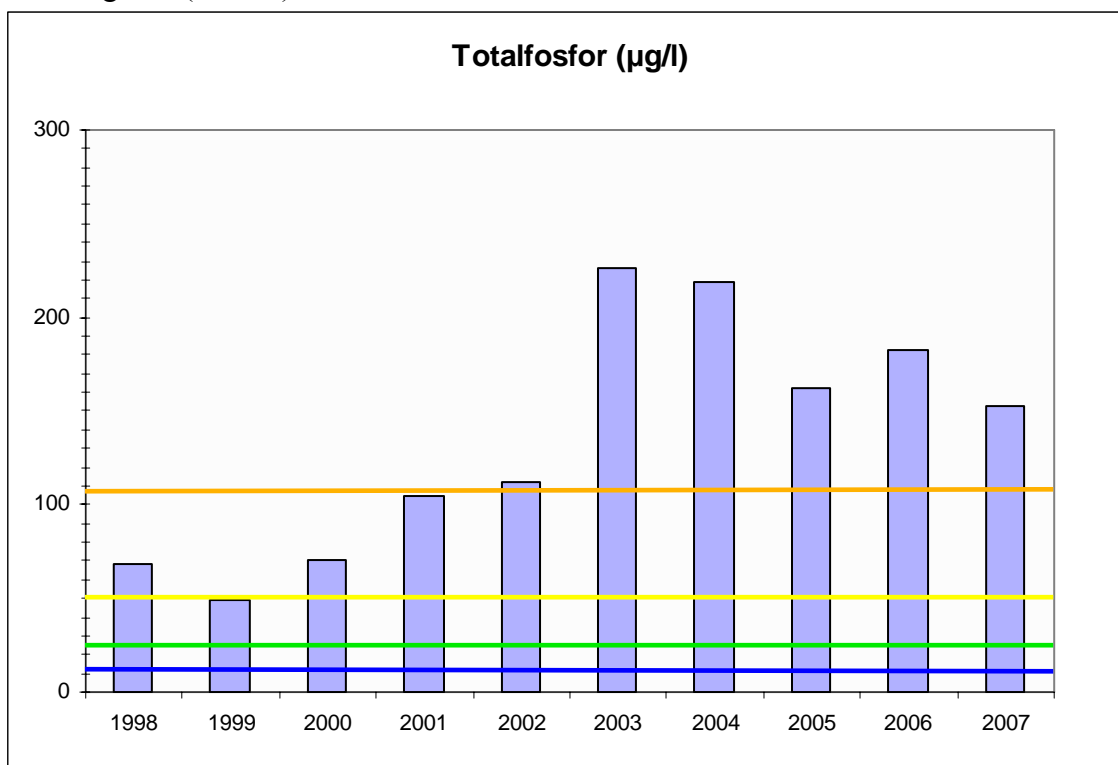
<b>Hydromorfologiska kvalitetsfaktorer</b>	
Kontinuitet	Klass 2
Markanvändning i närmiljön	Klass 3
Antal diken per km	Klass 2
<b>Sammanvägd bedömning klass 3 (måttlig)</b>	

Enligt Naturvårdsverket skulle statusbedömningen avslutats då resultatet av den biologiska kvalitetsfaktorn blev lägre än ”god”. Utifrån denna utgångspunkt tilldelas vattenförekomsten Norrviken den ekologiska statusklassen 3 (måttlig status) trots att den fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorn tilldelades det lägre betyget klass 5 (dålig status).



#### 4.6 Totalfosfor (1998-2007)

Resultatet av de beräknade medelvärdena av den totala fosforhalten i prover tagna vid ytan och vid botten i augusti under tioårsperioden 1998-2007 visar att halten totalfosfor varierar kraftigt mellan olika år och att en mätperiod på tre kan anses vara för kort för att representera en längre tidsperiod (fig. 19). Beräknat medelvärde för hela perioden är 136,7  $\mu\text{g/l}$ , d.v.s. extremt hög halt (klass 5).



**Fig. 19.** Gränsvärden för bedömning av totalfosfor enligt nuvarande bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 1999). Låg halt  $<12,5\mu\text{g/l}$ , måttligt hög halt  $12,5-23\mu\text{g/l}$ , hög halt  $23-45\mu\text{g/l}$ , mycket hög halt  $45-96\mu\text{g/l}$ , extremt hög halt ej definierat (Wilander, 2006). Sammanställning av mätvärden insamlade under tioårsperioden 1998-2007.

).



## 5. Diskussion

---

### 5.1 Biotopkartering

Naturen kring Norrviken är mycket skiftande. Längs sjöns västra strandkant dominerar bostadsområden och större delen av den naturliga vegetationen är avlägsnad. Utmed strandkanten har man dock bevarat en strandskog där äldre alar och pilar dominerar. På Sollentunaholm finns en äldre ädellövskog med en stor biologisk mångfald. Vid Norrvikens utlopp återfinns ett mindre alkärr som är en betydelsefull lokal för såväl insekter som mossor och lavar. I sjöns nordligaste del återfinns en gammal urskog med stora naturvärden. Talrika grova tallar och granar samt ett stort antal högstubbar har bevarats. Sjöns östra sida domineras av hållmark. Stora block och stenrösen utgör viktiga lokaler för mossor och lavar. I skogen finns gott om död ved som utgör levnadsutrymmen för insekter och därmed skapar gynnsamma förhållanden för fåglar. Ett biotopskyddsområde finns utmed branten strax utanför Emmylund och planer finns på att bilda ett naturreservat för Törnaskogen belägen ovanpå förkastningsbranten (Bagheri *et al.* 2007).

Under mitten av 1800-talet genomfördes en sjösänkning av Norrviken och den meandrande ån som förbinder Edssjön med Norrviken rätades ut (Göransson, 1970). Stora partier våtmark torrlades, strömsträckor och översvåmningsytor försvann och betydelsefulla livsmiljöer för insekter och kärlväxter gick förlorade. Trots detta vandrar den rödlistade arten asp upp i ån mellan Norrviken och Edssjön för att leka och bidrar till att avsevärt öka åns ekologiska värde. Projekt med att återskapa delar av det meandrande utloppet har påbörjats vilket är positivt för den biologiska mångfalden (Oxunda vattensamverkan, 2007).

Norrviken är en sjö som i stor utsträckning utnyttjas som rekreationslokal och den skymmande effekten som uppstår till följd av strandvegetationen anses negativ då naturupplevelsen i vissa fall reduceras. I rapporten *Strandområden i Sollentuna- Problem, förslag och frågeställningar* föreslår man att vissa partier av befintlig högrörtsvegetation skall avlägsnas och därmed öka allmänhetens tillgänglighet till vattnet (Lennartsson och Mattisson, 2001a). Konflikter mellan allmänhetens intressen och naturvärdesintressen är svår att undvika i sjöar som flitigt utnyttjas av lokalbefolkningen. Det är dock viktigt att alla aspekter vägs in i beslutsfattandet.

En värdefull naturmiljö som återfinns utmed stor del av Norrvikens strandkant är strandskogen. Al, björk och pil sträcker sina trädkronor ut över vattenkanten och ger en viss beskuggning av stranden. Rötter, död ved och nerfallande löv bildar strukturer där insekter kan söka skydd under kläckningsfasen och där mossor, lavar och alger kan växa. Strandvegetationen är dessutom en väsentlig plats för häckande småfåglar och för mindre organismers födosök (Lennartsson och Mattisson, 2001b). För att strandvegetationen skall ha möjlighet att hysa en stor biologisk mångfald krävs att befintliga områden är relativt stora och har en viss kontinuitet. I övergödda sjöar bidrar vattenvegetationen dessutom till att näringsämnen upptas i utbyte mot att växterna producerar gynnsam syrgas. Fosfor tillförs ofta sjöar i partikulär form, och ett befintligt vassbälte utmed sjökanten gör att stor del av dessa partiklar binds till vassen. På så vis minskas fosfortillförseln till vattenmassan i sjön (*ibid.*). Om man skulle bejaka allmänhetens intressen och slå vissa delar av högrörtsvegetationen och vassbältet skulle det i förlängningen troligtvis innebära ökad algblooming och en grumling av vattenmassan. I sjöar som Norrviken som mottar vatten från sjöar uppströms, belastat med ämnen från jordbruk bör man istället säkerställa en god vattenkvalitet genom att bevara och

eventuellt stimulera vattenvegetationens tillväxt i såväl utlopp som inlopp (Lennartsson och Mattisson, 2001b).

Under fältinventeringen observerades att växtligheten vid Norrvikens inlopp och i viken norr om Sollentunaholm var avsevärt bredare än den genomsnittliga utbredningen (fig. 11). Inom delområde 9 där Hagbyån rinner ut i Norrviken är vattnets strömhastighet låg. Detta gör att en stor mängd sediment som transporterats med vattnet från Vallentunasjön ansamlas utmed botten. Sedimentationen tillför näringsämnen och har bidragit till att växtligheten i området idag är omfattande. Den biologiska mångfalden gynnas av de grunda bottenarna som utgör levnadsutrymme för många insekter och möjliggör födosök för såväl fåglar som fiskar. Dessutom binds en del av tillströmmande näringsämnen i vegetationen och bidrar till att minska övergödningen av sjön. Växtligheten i område 20 (fig. 11), i anslutning till Jästfabriken strax norr om Sollentunaholm är ansevärd. Om detta beror på utsläpp av näringsämnen från jästfabriken, av att viken tillförs näringsrikt dagvatten eller om det har uppkommit av någon annan orsak är svårt att säga. Det skulle dock vara intressant att studera uppkomsten ytterligare.

Trots att Norrviken är en artrik sjö med 128 fågelarter (observerade 2007, artlista bilaga 1) och 11 fiskarter (tabell 3) är den starkt påverkad av mänsklig aktivitet och den urbana miljön som har utvecklats runt sjön. Järnvägen och vägarna E4 och E18 bidrar med störning i form av buller, utsläpp av förorenat dagvatten och grumling av vattenmassan. En stor del av lokalbefolkningen utnyttjar sjön som rekreationslokal, vilket måste anses vara positivt då det var en grundläggande målsättning för Oxunda vattensamverkan. Rekreation är viktigt för att vi ska må bra, men det leder även till att naturen förändras, slits och skräpas ner. Under fältinventeringen observerades fem anlagda badstränder samt 40 mindre båtbygggor. Detta har bidragit till att stor del av den naturliga strandmiljön har gått förlorad. Anlagda badstränder innebär ofta att man förändrar den naturliga bottenstrukturen, och dessutom undanröjs värdefulla biotoper då vattenvegetation och strandskog avlägsnas. Dessa förändringar leder ofta till att det lokala mikroklimatet bli annorlunda vilket kan minska den biologiska mångfalden utmed stranden.

Det finns ingen klar bedömningsgrund som underlättar klassificeringen av naturvärden gällande biotoper kring Norrviken. Det är komplicerat att bedöma det ekologiska värdet av olika naturmiljöer, varför denna parameter inte tilldelas någon övergripande klass. Utifrån redovisade diagram, bifogade artlistor samt den geologiska och biologiska mångfalden som råder inom området kan man konstatera att Norrviken har värdefulla naturmiljöer och nyckelbiotoper som enligt möljökvalitetsmålet *Levande sjöar och vattendrag* bör skyddas. Förutom detta är det viktigt att försöka leva upp till Miljöbalkens första paragraf och målen med Oxunda vattensamverkan, vilka innebär att man skall försöka upprätthålla goda livsmiljöer så att arter idag så väl som i ett framtida perspektiv skall kunna fortleva i sina naturliga miljöer, av samma anledning är det viktigt att värna om de ekosystem, natur och kulturvärden som förekommer i området (Naturvårdsverket, 2003).

## 5.2 Karakteriseringsarbetet

Tillförseln av näringsämnen (kväve och fosfor) är av stor betydelse för den eutrofierade sjön Norrviken. Djupförhållanden och strömmar som förekommer i sjön gör att mjukbottnar med ansamling av så väl sediment som näringsämnen återfinns i sjöns norra och södra delar medan mittenpartiet helt utgörs av erosions- och transportbottnar (Carlsson, 2003). Teoretiska beräkningar av en sjös omsättningstid (kvoten mellan sjöns volym och den tillrinning som sker till sjön under ett år) ger ett mått på sjöns förmåga att klara av näringsbelastningar. Omsättningstiden i Norrviken är ca tio månader vilket gör att sjön är relativt känslig för intern och extern näringstillförsel (Bagheri *et al.* 2007). Beräknade medelvärden av näringsämnena anger att halten totalkväve är hög till mycket hög medan halten totalfosfor är extremt hög.

Den externa näringsbelastningen som sker i Norrviken härstammar från sjöar uppströms. Områden kring Vallentunasjön består idag till stor del av jordbruksmarker (Carlsson, 2003). Intensifieringen av jordbruket och införseln av konstgödsling av åkrar har medfört att stora läckage av näringsämnen från jordbruksmarken tillförs sjösystemet. Mängden fosfor i Norrvikens norra delar är till följd av detta hög (ibid.). Den externa belastningen består även av tillförsel från dagvatten och från luftburet kväve som härstammar från luftburen trafik och bilism i området. Den interna belastningen av näringsämnen består av att Norrviken genom tiderna har mottagit stora näringsutsläpp från Jästfabriken och från enskilda avlopp som haft sjön som recipient. Detta har bidragit till att näringsämnen har ansamlats i sedimenten, och om sommaren då syrgasfria, eller så gott som syrgasfria förhållanden råder utmed vissa delar av botten avges lagrade näringsämnen till den fria vattenmassan (Bagheri *et al.* 2007).

Beräkningar av kvoten mellan kväve och fosfor brukar göras för att bedöma förutsättningarna för biologisk tillväxt i ett vattendrag och anger således om ekosystemet i sjön är i balans eller inte (Wilander, 2006). För att växter skall kunna utvecklas i en sjö krävs ett visst förhållande mellan de två näringsämnena. Ofta är det fosfor som är det tillväxtbegränsande ämnet men i Norrviken är det kväve som det råder brist på (ibid.). Växter har olika lätt att ta upp och utnyttja olika former av näringsämnen. I Norrviken förekommer näringsämnena i en form som relativt lätt kan utnyttjas av primärproducenter (växtplankton) (Carlsson, 2003).

Klorofyllmätningarna som genomfördes under provtagningsperioden 2005-2007 visade att växtplanktonbiomassan i Norrviken var mycket stor. Resultatet visar även att stora fluktuationer i växtplanktonbiomassan förekommer. En anledning till den stora mängden växtplankton är om man i proverna år 2006 fick dominans av nålflagellarten Gubbslem (*Gnyostomum semen*) (Sonesten, 2007). Denna växtplanktonart är mycket stor och genererar således en stor biomassa. Den har dessutom relativt lätt att kolonisera områden om gynnsamma förhållanden råder. Förekomster av arten Gubbslem uppmärksammas bara då analyser av hela växtplanktonbiomassan genomförs. Mängden klorofyll varierar kraftigt mellan olika typer av växtplankton. Växtplankton i humösa sjöar innehåller ofta relativt liten mängd av det fotosyntetiserandeämnet klorofyll *a* till följd av att organismerna främst livnär sig på dött organiskt material. Detta gör att den egentliga växtplanktonbiomassan i dessa sjöar ofta är större än det uppmätta värdet. Enligt de nuvarande bedömningsgrunderna för klorofyll skall en mer omfattande analys av hela växtplanktonsamansättningen genomföras om resultatet av klorofyllmätningarna genererar en statusklass som är lägre än ”god” (klass 2) (Sonesten, 2007).

Den höga halten näringsämnen i Norrviken gör att en årlig massutveckling av cyanobakterier äger rum (Bagheri *et al.* 2007). Stor förekomst av fosfor tillsammans med cyanobakteriernas

förmåga att binda kväve från den omgivande luften genom kvävefixering genererar ökade halter tillgängligt kväve i vattenmassan. Algblomningarna bidrar till missfärgning av vattenytan, minskad ljusgenomsläplighet och ett minskat siktdjup.

Det uppmätta siktdjupet i Norrviken varierade under provtagningsperioden 2005-2007 från att vara litet till mycket litet. Siktdjupet i en sjö begränsas normalt av vattnets egenfärg, humusämnen, suspenderade partiklar och växtplankton (Sonesten och Wilander, 2006). Årsvariationer uppkommer till följd av isläggning, om blandning av vattenmassan upphör och lösta partiklar sedimenterar vilket ger ett ökat siktdjup. Mindre siktdjup fås i samband med regn, snösmältning eller kraftig blåst då partiklarna i vattenmassan hålls svävande (ibid.). De siktdjupsfluktuationer som förekommer i Norrviken skulle kunna vara en följd av olika vädersituationer vid provtagningsstillfällena.

Beräkningarna av syrgasförhållanden i sjön visade att det fanns gott om syre i ytvattnet medan syrgashalterna i bottenvattnet på sina ställen i princip var obefintlig. I sjöar som Norrviken, som har ett mycket litet siktdjup, förhindras solens strålar att tränga ner genom vattenmassan, vilket i stor utsträckning begränsar uppvärmningen av vattnet och hur djupt fotosyntetiserande organismer kan leva. Epilimnion (det översta skiktet i en temperaturskiktad sjö) värms relativt fort om våren, medan vattnet i hypolimnion (bottenvattnet i en temperaturskiktad sjö) inte mottar någon värmestrålning från solen utan värms genom omblandning av den övre och undre vattenmassan. Eftersom Norrviken är en dimiktisk sjö med en temperaturskiktad vattenmassa hindras omblandningen av vattnet och därmed syrgastillförseln till bottenarna (Bagheri *et al.* 2007). Temperaturskiktet utgör dock inget hinder för att sedimentation av dött organiskt material ska kunna ske. Stora mängder syrgas åtgår vid nedbrytning av den sedimenterande algiomassan. Den stora syrgastärningen leder till att en syrgasfattig miljö uppstår vid bottenarna och näringsämnen lagrade i botten sediment avges. Näringsämnena ökar ytterligare produktionen av alger i den övre delen av vattenmassan vilket i sin tur genererar ökade mängder organiskt material till bottenarna, ytterligare syre åtgår vid nerbrytningen av materialet vilket i sin tur gör att de syrgasfattiga bottenarna ökar i omfång (Bagheri *et al.* 2007). Mikroorganismer på botten fortsätter att bryta ned det organiska materialet trots det syrgasfria tillståndet vilket gör att den giftiga gasen svavelväte produceras. Svavelvätet slår ut stora delar av bottenfaunan, och endast 25 % av befintliga fiskarter kan överleva vid en syrgashalt lägre än 4 mg/l (Beier *et al.*, 2007). Utsläpp av orenat avloppsvatten (BOD) och sjösänkningar är två exempel på antropogena orsaker som kan leda till minskade syrgashalter i en sjö (Sonesten & Wilander 2006b).

Under bottenfaunaprovtagningarna hittades flera fynd av fjädermygga, en art som är känslig för eutrofiering. På grund av dessa fynd tilldelades parametern bottenfauna klass 2 det vill säga att sjöns eutrofieringsgrad kan klassas som god. Enligt Lindquist (2007) som genomförde undersökningarna är Norrviken en kraftigt eutrofierad sjö och han skriver att ett fåtal eutrofieringskänsliga arter även kan förvränga bilden av en så påverkad sjö som Norrviken. Fiskar drabbas inte i lika stor utsträckning som bottenfaunan av syrgasfria bottenar och svavelväte då de har mycket större möjlighet att flytta på sig om dåliga förhållanden råder. Den svenska fiskfaunan utgörs av relativt få arter där fyra arter per sjö är normalt (Beier *et al.*, 2007). I Norrviken fann man 11 stycken fiskarter vid provfisket. Till följd av rådande trofinivå utgörs fiskförekomsten i sjön huvudsakligen av karpfiskar, laxfiskar trivs inte vatten som har så hög halt näringsämnen som Norrviken (ibid.).

Metaller finns naturligt i skog och mark och i sjöar är de ofta bundna till sediment (Naturvårdsverket *et al.* 2007). I små mängder är metaller essentiella ämnen. I sjöar som har

låga pH, eller en bottenfauna som rör runt i sedimenten kan metallerna frigöras till vattenmassan (ibid.). Höga halter av metall är direkt giftigt för vattenlevande organismer. Undersökningar av metallförekomster i Norrviken visade att metallerna kadmium och kvicksilver förekom i mycket låga halter. Förekomsten av zink var låg, medan halterna av krom och koppar var måttligt höga. De olika metallerna härstammar från olika utsläppskällor. Många metaller tillförs sjön med lakvatten från Nibbletippen i utkanten av Upplands Väsby kommun. Zink kommer främst från biltrafikens nedsmutsning av tillrinnande dagvatten. Koppar härstammar nästan uteslutande från åren 1947-1967 då man försökte bekämpa den årliga massutvecklingen av cyanobakterier genom att behandla sjön med kopparsulfat. Nedbrytningen av metaller går mycket långsamt, metaller har även den egenskapen att de lätt biomagnifieras i näringskedjan.

Det är viktigt att försöka identifiera de källor som bidrar med olika typer av föroreningar, såsom metaller eller tillflöde av näringsrikt vatten från jordbruksmarker, så att man kan tillämpa principen om att förorenaren betalar (PPP – Polluter Pays Principle) (Rubenson, 1998). Detta är en grundläggande princip i Miljöbalken och Ramdirektivet för vatten (Naturvårdsverket, 2003).

Ekosystemet i Norrviken är som alla ekosystem mycket komplext. De studerade faktorerna har inbördes förhållande till varandra vilket gör att ekosystemet förändras åt endera hållet till följd av små fluktuationer inom och mellan faktorerna. Det rådande ekosystemet har hamnat i en negativ spiral till följd av det stora näringstillflödet i sjön. Primärproducenter trivs och massutvecklas, och vid nedbrytning av dött organiskt material åtgår så mycket syre från botten att syrgasfattig miljö uppstår utmed stora delar av sjöbotten. Då nedbrytningen fortgår trots låg syrgashalt produceras svavelväte samtidigt som näringsämnen lagrade i botten sedimenten avges. Ökande mängd näringsämnen bidrar till att ytterligare öka algproduktionen i sjön, varvid slingan kan börja om på nytt.

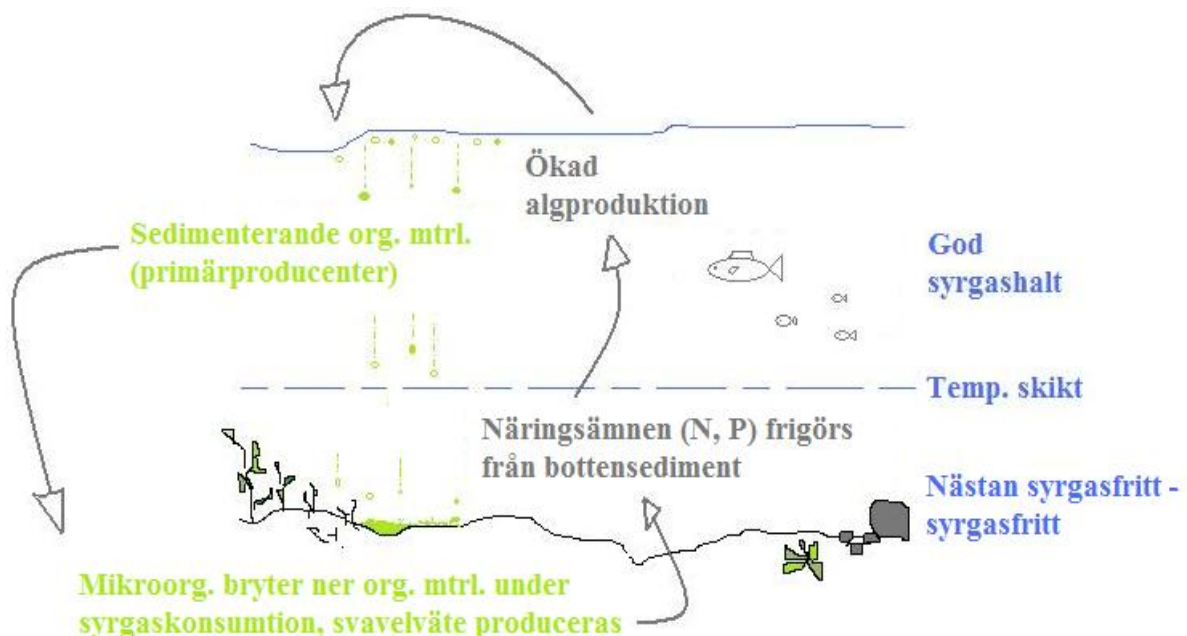


Fig. 20. Förenklad bild över Norrvikens ekosystem.

## 5.3 Utvärdering av bedömningsgrund

### 5.3.1 Ekologisk klasstillhörighet

Ett syfte med detta arbete var att bestämma vattenförekomsten Norrvikens ekologiska status. Bedömningen har grundats på bestämmelser utfärdade av Naturvårdsverket, 1999 och 2007. I enlighet med dessa genomfördes en klassificering av biologiska kvalitetsfaktorer. Den sammanvägda bedömningen av faktorerna som ingår i denna kvalitetsfaktor genererade statusklass 3 (måttlig status). Då Norrviken tilldelades en lägre statusklass än ”god ekologisk status” måste ett åtgärdsprogram upprättas, som syftar till att vattenförekomsten skall ha uppnått ”god status” år 2015.

Enligt Naturvårdsverkets bestämmelser skulle utvärderingen av de fysikalisk-kemiska och de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna utebli till följd av ovanstående resultat. Då intresse av att fastställa dessa kvalitetsfaktorers klasstillhörighet förelåg utfördes vidare studier i detta syfte. Resultatet av studierna visade att den fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorn skulle ha tilldelats ”uppnår ej god fysikalisk-kemiska status” och att den hydromorfologiska kvalitetsfaktorn skulle ha tilldelats statusklass 3 (måttlig status). (Ovanstående diskussion av biotopkarteringen kan ses som en sammanställning av förekommande naturvärden kring Norrviken).

Enligt bedömningsgrunderna tilldelas sjön Norrviken statusklass 3, måttlig status till följd av den biologiska kvalitetsfaktorns utfall. Naturvårdsverkets motivering till att vidare studier utesluts om den biologiska kvalitetsfaktorns status är sämre än ”god” lyder:

*”Sammanväg först de biologiska kvalitetsfaktorerna. Om de visar på måttlig status eller sämre blir det resultatet också för den ekologiska statusen eftersom det då inte spelar någon roll vad de fysikalisk-kemiska eller hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna visar. Ett åtgärdsprogram måste ändå upprättas.”* (Naturvårdsverket, 2007 sid. 36).

Motiveringen bakom beslutet är relativt bristfällig. Genom att undersöka övriga kvalitetsfaktorer ges en fingervisning om orsaken till att floran och faunan invid avsedd vattenförekomst inte trivs och således inte kan tilldelas en högre statusklass. Dessutom erhålls kunskap om vilka faktorer som den ansvariga vattenförvaltningen bör arbeta ytterligare med för att höja vattenförekomstens status. Ur ett ekonomiskt perspektiv är det förvisso fördelaktigt att avbryta undersökningen av vattenförekomsten då den ekologiska statusen anger att ett åtgärdsprogram måste upprättas, men genom vidare studier torde upprättandet av åtgärdsprogrammet underlättas och dess utfall förbättras.



### 5.3.2 Utvärdering av längre tidsperioder

Enligt Naturvårdsverkets rapport *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet i sjöar och vattendrag* skall undersökningsperioden för bedömning av faktorerna som ingår i de olika kvalitetsfaktorerna (biologiska, fysikalisk-kemiska och hydromorfologiska) grundas på medelvärdesberäkningar av mätvärden insamlade under en treårsperiod.

En vattenförekomst utgör ett komplext ekosystem med många ingående faktorer. Fluktuationer i systemet kan uppkomma till följd av små växlingar i klimatet eller som en respons på ett oförväntat utsläpp från en punktkälla. Då systemet är känsligt för yttre påverkan är det intressant att ta reda på om den treåriga undersökningsperioden som förordas av Naturvårdsverket kan anses representativ för längre tidscykler.

Diagrammet på sida 27 visar mätvärden av parametern totalfosfor under en tioårsperiod 1998-2007. Mätvärdena fluktuerar inom intervallet 50-230 µg/l totalfosfor. Medelvärdet för avsedd tioårsperiod var 136,7 µg/l vilket skulle generera statusklass 5, extremt hög halt totalkväve. Om man skulle dela in tioårsperioden i treårsintervall i enlighet med Naturvårdsverket bedömningsgrunder skulle framräknade medelvärden generera en statusklass fördelning enligt följande:

Treårsperiod	Uppmätta medelvärden	Statusklass
1998-2000	62,3	4
2001-2003	147,8	5
2004-2006	188	5

Det är intressant att notera att de uppmätta medelvärdena skiljer sig relativt mycket (den sista mätperioden 2004-2006 uppvisar ca tre gånger högre totalfosforhalt än mätperioden 1998-2000), trots att mätperioderna tidsmässigt ligger i nära anslutning till varandra. Parametern totalfosfor tilldelas en lägre klass än ”god” i alla tre undersökningsperioder vilket innebär att oavsett vilken treårsperiod som hade ingått i en statusklassning hade ett åtgärdsprogram behövts upprättas.

En statusklassning som grundas på ett medelvärde från en treårig undersökningsperiod måste betraktas som en ögonblicksbild av den analyserade vattenförekomsten. Klimatfluktuationer eller oförutsedda punktutsläpp kan ha en betydande påverkan på en eller flera faktorer som ingår i bedömningen och kan således påverka hela den totala ekologiska klassificeringen. För att om möjligt minska risken av att oförutsedda händelser skall förvränga resultatet av en parameter skulle undersökningsperiodens längd kunna vara något längre än tre år. Ett annat alternativ för att kringgå klimatfluktuationer eller oförutsedda punktutsläpp är genom införandet av en rimlighetsbedömning av varje parameter i enlighet med Naturvårdsverkets direktiv (Naturvårdsverket, 2007). Statusklassificeringar är en relativt kostsam process och ur detta perspektiv kan en treårig mätperiod i kombination med en rimlighetsbedömning anses lämplig att använda för klassificering av en vattenförekomst ekologisk status.

### 5.3.3 Kommer god ekologisk status uppnås till år 2015?

Ramdirektivet för vatten (Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG) antogs den 20 december år 2000. Gränsvärdena för fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer är framtagna av EU och således allmängiltiga för alla länder som skrivit under Ramdirektivet för vatten.

Biologiska och hydromorfologiska kvalitetsfaktorer har framarbetas av respektive land så att värdena i så stor utsträckning som möjligt skall representerar ”det naturliga tillståndet” för de vattenförekomster i det åsyftade området. Målet är att klassindelningen för vattenförekomster av liknande dignitet i olika EU-länder skall vara så likvärdiga som möjligt (Naturvårdsverket, 2003b). Då man jämför de krav som svenska myndigheter har satt upp med krav uppsatta av myndigheter i våra nordiska gränsländer visar det sig att kraven motsvarar varandra på ett lämpligt sätt (ibid.).

Målet med vattendirektivet är att samtliga vattenförekomster skall ha uppnått god ekologisk status år 2015 och att uppnådd statusklass inte försämras (Naturvårdsverket, 2003). Om man anser att en vattenförekomst inte kommer att hinna uppnå god ekologisk status till det utsatta året finns möjlighet att förlänga tidsperioden med sex år, till 2021. Om vattenförekomsten trots det inte uppnår uppsatt mål kan ytterligare en förlängningperiod om sex år (till 2027), tillåtas.

Det kan i detta sammanhang vara av intresse att betrakta de uppsatta målen i ett större perspektiv där hänsyn tas till framtida klimatförändringar. Enligt *Klimat- och sårbarhetsutredningens slutbetänkande 2007* kommer klimatförändringarna att bidra till ökad urlakning av humusämnen vilket leder till att vattendragens ljusgenomsläpplighet minskar (Statens offentliga utredningar, 2007). Dessutom kommer urlakningen att leda till att vattendrag får en ökad tillförsel av näringsämnen. Resultatet av detta leder till ökad övergödning, högre vattentemperatur där kallvattenarter ersätts av varmvattenarter samt massivare algblomningar (ibid.). Om en vattenförekomst idag kan tilldelas en ekologisk status som uppfyller ramdirektivets mål kan det i ett framtida perspektiv även för dessa vattenförekomster bli svårt att säkerställa att vattenförekomstens status inte försämras samt att nå de uppsatta miljökvalitetsmålen ”*Levande hav och sjöar*”, ”*Ingen övergödning*”, och ”*Grundvatten av god kvalitet*”.

## 6. Slutsats

---

- De växtgrupper som dominerade inom sjöstrandzonen (0-30 m ut i vattnet) var övertattensväxter (vass och säv). Bottensubstraten utgjordes främst av sand, grus och sten och längs sjöns västra kant påträffades lera.
- Norrvikens västra strand är starkt exploaterad, inom Landstrandzonens omgivning och närmiljö (0-200 m inåt land) dominerar artificiell mark, främst mindre tomtmarker. Längs sjöns östra sida återfanns stora arealer gammelskog och övrig skog (lövskog, blandskog och hållmark). Denna del av Landstrandzonen har en stor biologisk mångfald och är rik på naturvärden.
- Den biologiska kvalitetsfaktorn omfattade delfaktorerna klorofyll, bottenfauna och fisk. Övergripande statusklass 3 (måttlig status).
- Den fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorn omfattade delfaktorerna totalkväve, totalfosfor, N/P-kvot, siktdjup och syrgas. Övergripande statusklass ”uppnår ej god fysikalisk-kemisk ytvattenstatus”.
- Den hydromorfologiska kvalitetsfaktorn omfattade genomförd biotopkartering samt delfaktorerna kontinuitet, markanvändning i närmiljön och antal diken per km. Övergripande statusklass 3 (måttlig status).
- Till följd av att den biologiska kvalitetsfaktorn tilldelats en statusklass lägre än ”god” skall det betygs som tilldelats denna faktor vara utslagsgivande vid bedömningen av Norrvikens totala ekologiska status. Följaktligen blir Norrvikens ekologiska status måttlig (klass 3). Ett åtgärdsprogram för att Norrviken skall uppnå ”god status” till år 2015 måste upprättas.
- Fluktuationer som förekommer till följd av enstaka punktutsläpp eller naturliga variationer i klimatet kan eventuellt komma att bli avgörande för en vattenförekomst totala ekologiska bedömning. En treårig mätperiod i kombination med en rimlighetsbedömning kan anses lämplig att använda för att minska risken av en felbedömning vid en ekologisk klassificering.
- En klassifikationsprocess är relativt tidskrävande, med stor sannolikhet kommer det bli svårt att hinna klassificera och upprätta åtgärdsprogram för de vattenförekomster där denna åtgärd krävs för att uppnå god status till år 2015.



## 7. Referenser

---

- Andrén, K., 2005: *Sollentuna hembygdsförening skriftserie Nr 16 -Minnen från Jästfabriken i Rotebro*. Kista snabbtryck AB, Kista. 86 sid.
- ArtDatabanken, 2005a: Rödlistan (<http://www.artdata.slu.se/rodlista/Artsida.cfm>). ArtDatabanken, SLU, Uppsala. Besöksdatum 07-12-05.
- ArtDatabanken, 2005b: Hur rödlistas arter? Sammanfattande översikt över rödlistningskategorier och kriterier. Pdf-dokument. (<http://www.artdata.slu.se/rodlista/IUCN.pdf>) Besöksdatum 07-12-05.
- Bagheri, E., Bothén, M., Engström, M., Odén, N., Svanholm, M. och Talling, H., 2007: Vattenplan för Upplands Väsby Kommun 2007. Upplands Väsby kommun. 123 sid.
- Beier, U., Bergquist, B., Holmgren, K., Kinnerbäck, A. och Pakkasmaa, S., 2007: Bedömningsgrunder för fiskfaunans status i sjöar –utveckling och tillämpning av EQR8. Rapport 2007:3, Fiskeriverkets sötvattenlaboratorium avdelningen för resursförvaltning, Stockholm. 54 sid.
- Carlsson, 2003: Norrviken och Väsjön, Fosfor i vatten och sediment. Vattenresurs, Bro. 8 sid.
- Ekström, Å., 2000: Korta fakta om Oxundaåns vattenvårdsprojekt. Sollentuna kommun, Stockholm. 22 sid.
- Fredén, C. (red), 2002: Sveriges Nationalatlas -*Berg och jord*. (tredje utgåvan) Metria, Kiruna, 208 sid.
- Goedkoop, W., Johnson, R. K., 2007: Bedömningsgrunder för bottenfauna i sjöar och vattendrag –Användarmanual och bakgrundsdokument. Rapport 2007:4 Institutionen för miljöanalys SLU, Uppsala. 84 sid.
- Göransson, N., 1982: Sollentuna hembygdsförenings skriftserie Nr 12 -*Det gamla Rotebro, drag ur Sollentunas historia..* Helenelunds tryckeri, Sollentuna. 216 sid.
- Jacobson, C. och Liliegren, Y., 2000: Biotopkartering - sjöstränder, Metodik för kartering av biotoper i och i anslutning till sjöstränder. Rapport 2000:24, Länsstyrelsen i Jönköpings län, Jönköping. 45 sid.
- Karlsson, S. och Risberg, J., 2006: Växthistoria och strandförskjutning i området kring Fjäturen och Gullsjön, södra Uppland. Institutionen för Naturgeografi och Kvartergeologi, Stockholms Universitet. Stockholm 55 sid.
- Lennartsson, U. och Mattisson, A. 2001a: Strandområden i Sollentuna - Problem, förslag och frågeställningar. Sollentuna kommun. 6 sid.
- Lennartsson, U. och Mattisson, A. 2001b: Strandområden i Sollentuna – Vegetation, tillgänglighet och sjöutsikt. Sollentuna kommun. 23 sid.

- Lindberg, P. och Nöbelin F. 2006: Norrviken och Edssjön, fiskeribiologisk undersökning 2006. Aquaresurs och Huskvarna ekologi. 23 sid.
- Lindquist, U., 2007: Norrvikens bottenfauna. Rapport 2007:21, Naturvatten i Roslagen AB. 22 sid.
- Lundholm, K. och Olsson, H., 2007: Förslag till bedömningsgrunder för kontinuitet och hydrologisk regim, version oktober 2007. Rapport NV-avtal 502 0722. SMHI, Norrköping. 42 sid.
- Miljömålsportalen, 2008: Våra 16 miljö kvalitetsmål. (<http://www.miljomal.nu/>) Besöksdatum 2008-01-22.
- Möller, H. och Stålhös, G., 1965: *Beskrivning till geologiska kartbladet STOCKHOLM NV*. Kungl. Boktryckeriet P. A. Nordstedt och söner, Stockholm. 101 sid.
- Naturvatten i Roslagen AB, 2005: Sjöarna i Oxundaåns avrinningsområde 2003-2005. Rapport 2005:27, Oxundaå vattenvårdsprojekt, Sollentuna. 45 sid.
- Naturvårdsverket, 1999: Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. Rapport 4913. Naturvårdsverket, Stockholm. 101 sid.
- Naturvårdsverket, 2003a: En basbok om Ramdirektivet för vatten, Rapport 5307, Naturvårdsverket, Stockholm. 69 sid.
- Naturvårdsverket, 2003b: Bevarande av värdefulla naturmiljöer i anslutning till sjöar och vattendrag. Pdf-dokument. Rapport 5330. ([http://www.naturvardsverket.se/upload/04\\_arbete\\_med\\_naturvard/v%C3%A4gledning/620-5330-2.pdf](http://www.naturvardsverket.se/upload/04_arbete_med_naturvard/v%C3%A4gledning/620-5330-2.pdf)) 65 sid. Besöksdatum 2007-11-26.
- Naturvårdsverket, 2007: Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon. En handbok om hur kvalitetskrav i ytvattenförekomster kan bestämmas och följas upp. Pdf-dokument. Rapport 2007:4, utgåva 1. Naturvårdsverket, Stockholm. 105 sid.
- Naturvårdsverket, Boverket, SGU och Vattenmyndigheterna, 2007: Vattenportalen. ([http://www.vattenportalen.se/docs/Bedomningsgrunder\\_Sarskilda\\_forenade\\_amnen.pdf](http://www.vattenportalen.se/docs/Bedomningsgrunder_Sarskilda_forenade_amnen.pdf)). Besöksdatum 2007-10-25.
- Nilsson, J., 2006: Bedömningsgrunder för hydromorfologi, handledning och metodik för bedömning av hydromorfologiska kvalitetsfaktorer. Rapport 2006:20. Länsstyrelsen i Jönköpings län, Jönköping. 50 sid.
- Nordström, A., 2005: *Dricksvatten för en hållbar utveckling*. Studentlitteratur, Lund. 216 sid.
- Ornitologiska föreningen Svalan, 2007: Rapportsystemet för fåglar 2007. (<http://www.artportalen.se/birds/default.asp>). Besöksdatum 2007-11-12.
- Oxunda vattensamverkan, 2007: Oxunda vattensamverkan. (<http://www.oxunda.com/>) Besöksdatum 2007-10-15.

- Rubenson, S., 1998: Miljöbalken, den nya miljöretten. Upplaga 3:1. Nordstedts Juridik AB, Elanders Gotab, Stockholm. 307 sid.
- Sollentuna kommun, 1991: Naturvårdsplan 1991. Sollentuna kommun fastighetskontoret, Sollentuna. 195 sid.
- Sonesten, L., 2007: Reviderade bedömningsgrunder för klorofyll Revidering och anpassning till den ”nordiska” interkalibreringen av klorofyll i sjöar (NGIG). Rapport 2007:5 Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. 28 sid.
- Sonesten, L. och Wilander, A., 2006a: Förslag till bedömningsgrunder för siktdjup. Pdf-dokument ([http://www.vattenportalen.se/docs/Bedomningsgrunder\\_Siktdjup0516.pdf](http://www.vattenportalen.se/docs/Bedomningsgrunder_Siktdjup0516.pdf)) 11 sid. Besöksdatum 2007-10-12.
- Sonesten, L. och Wilander, A., 2006b: Förslag till bedömning av syrgaskoncentration i sjöar. Pdf-dokument ([http://www.vattenportalen.se/docs/Bedomningsgrunder\\_syrgas0516.pdf](http://www.vattenportalen.se/docs/Bedomningsgrunder_syrgas0516.pdf)) 23 sid. Besöksdatum 2007-10-12.
- Statens offentliga utredningar, 2007: Sverige inför klimatförändringarna –hot och möjligheter. Rapport 2007:60. 719 sid.
- Thougaard, H., Varlund, V. och Madsen, R. M., 2006: *Grundläggande Mikrobiologi med livsmedelsapplikationer*. Studentlitteratur Lund, Sverige. 351 sid.
- VISS (Vatteninformationssystem för sjöar), 2008: (<http://www.viss.lst.se/Waters.aspx?waterEUID=SE659728-161988&countyID=11&municipalityID=172&FreeTextSearch=Norrviken&ReportUnitSearch=1&searchType=1&Step=0>) Besöksdatum 2008-01-25.
- Wilander, A., 2006: Förslag till bedömningsgrunder för eutrofierande ämnen. Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. 52 sid.

## **7.2 Kartor och flygbilder**

- Gröna kartan, blad 10I NV Stockholm. Lantmäteriverket 1997
- Ekonomiska kartan, blad 10I 9e Stockholm. Lantmäteriverket 2006
- Ekonomiska kartan, blad 10I 8e Stockholm. Lantmäteriverket 2006
- Geologiska kartbladet, blad Stockholm NV. Sveriges Geologiska Undersökning 1965
- IR-flygbilder, drev nr 99804-A\*17\*1516, stråk 18, bild nr: 11 och 12, skala 1:30 000, Datum 990710. Norrviken, Lantmäteriet, Länsstyrelsen i Stockholm.
- IR-flygbilder, drev nr 99804-A\*17\*1516, stråk 17, bild nr: 11 och 12, skala 1:30 000, Datum 990710. Norrviken, Lantmäteriet, Länsstyrelsen i Stockholm





## 8. Bilagor

### 8.1 Artlista fåglar

**Tabell 6.** Observerade fågelarter i anslutning till Norrviken (2007). Fågellokalerna där arterna observerats är; Kvarnviken, Bollstanäs IP, Gamla vägen, Fornboda, Sköldnora, Norrviken, Grönan, Rotsundagårds badet, Västra stationsvägen 29 (Ornitologiska föreningen Svalan, 2007).

Fågelarter				
Alfågel	Gråsiska	Kricka	Sidenssvans	Sånglärka
Bergfink	Gråsparv	Kråka	Silltrut	Sångsvan
Bivråk	Gråtrut	Kungsfågel	Sjööorre	Sädgås
Björktrast	Gräsand	Kärrsångare	Skata	Sädesärta
Blåmes	Gräshoppsångare	Ladusvala	Skogsduva	Sävsångare
Bläsand	Grönfink	Lärkfalk	Skogssnäppa	Talgoxe
Bofink	Gröngöling	Lövsångare	Skrattmåå	Talltita
Brun kärrhök	Grönsiska	Mindre hackspett	Skräntärna	Taltrast
Brunand	Grönsångare	Mindre korsnäbb	Skäggdopping	Tamduva
Bändelkorsnäbb	Gulsparv	Morkulla	Snatterand	Tofsmes
Domherre	Gärdsmyg	Näktergal	Snösiska	Tofsvipa
Drillsnäppa	Gök	Nötkråka	Sothöna	Tornseglare
Dubbeltrast	Havsörn	Nötskrika	Sparvhök	Tretåig hackspätt
Duvhök	Hornuggla	Nötväcka	Sparvhök	Trädgårdssångare
Dvärgmåå	Hussvala	Ormvråk	Spillkråka	Trädkrypare
Enkelbeckasin	Hämpling	Ortolansparv	Stare	Trädpiplärka
Entita	Härmsångare	Pilfink	Steglits	Törnskata
Fasan	Hökuggla	Pungmes	Stenknäck	Varfågel
Fiskgjuse	Järnsparv	Ringduva	Stjärtmes	Vattenrall
Fiskmåå	Kaja	Rosenfink	Storskarv	Vigg
Fisktärna	Kanadagås	Råka	Storskrake	Vinterhämpling
Fjällvråk	Knipa	Rödhake	Strandskata	Vitkindad gåå
Flodsångare	Knölsvan	Rödstjärt	Större hackspett	Ängshök
Gransångare	Koltrast	Rödvingetrast	Svarthätta	Ängspiplärka
Grå flugsnappare	Kornknarr	Rörsångare	Svartmes	Ärtsångare
Gråhäger	Korp	Sidenssvans	Svartvit flugsnappare	

## 8.2 Artlista bottenfauna

Tabell 7. Klasser som hittades vid de tre olika provtagningspunkterna i profundalen och respektive arts abundans/m<sup>2</sup> (Lindqvist, 2007)

Provtagningspunkt 1	
Klasser	Abundans (ind./m <sup>2</sup> )
Fåborstmaskar	2200±400
Vattenkvalster	<10
Musselkräftor	60±50
Svidknott	180±60
Tofsmyggor	20±20
Fjädermyggor ( <i>Chironomus pumosus</i> )	70±60
( <i>Cryptochironomus sp.</i> )	50±50
Rovfjädermygga	520±90
<b>Sammanvägdbedömning klass 4 (otillfredsställande)</b>	

Provtagningspunkt 2	
Klasser	Abundans (ind./m <sup>2</sup> )
Fåborstmaskar	1 400±800
Kvalster	70±50
Musselkräftor	20±20
Svidknott	20±20
Tofsmyggor	110±30
Fjädermyggor ( <i>Chironomus pumosus</i> )	820±420
( <i>Cryptochironomus sp.</i> )	40±50
<i>Polypedium sp.</i>	50±70
Rovfjädermygga	130±100
<b>Sammanvägd bedömning klass 4 (otillfredsställande)</b>	

Provtagningspunkt 3	
Klasser	Abundans (ind./m <sup>2</sup> )
Fåborstmaskar	310±640
Vattenkvalster	<10
Svidknott	<10
Tofsmyggor	710±380
Fjädermyggor ( <i>Chironomus pumosus</i> )	<10
( <i>Cryptochironomus sp.</i> )	20±40
Rovfjädermygga	50±30
<b>Sammanvägdbedömning klass 4 (otillfredsställande)</b>	

Provtagningspunkt 5	
Klasser	Abundans (ind./m <sup>2</sup> )
Fåborstmaskar	760±290
Musselkräftor	20±40
Svidknott	360±190
Tofsmyggor	30±50
Fjädermyggor ( <i>Chironomus pumosus</i> )	60±20
( <i>Cryptochironomus sp.</i> )	100±100
( <i>Polypedium sp.</i> )	<10
( <i>Tanytarsus sp.</i> )	220±140
Rovfjädermygga	20±20
<b>Sammanvägdbedömning klass 3 (måttlig)</b>	

**Tabell 8.** Klasser som hittades vid provtagningen i litoralen och respektive arts abundans/m<sup>2</sup> (Lindqvist, 2007)

Klasser i litoralen	Abundans (ind./m <sup>2</sup> )	Klasser i litoralen	Abundans (ind./m <sup>2</sup> )
Fåborstmaskar	510±350	Slamdagslända	1700±1000
Hundigel	<10	Starrdagslända	10±30
Tvåögd broskigel	10±10	Nattslända	<10
Platt hattsnäcka	<10	Smånattslända	
Stor snytesnäcka	<10	<i>Orthotrichia sp.</i>	40±30
Nyzeelensk tusensnäcka	40±30	<i>Oxyethira sp.</i>	70±60
Oval dammsnäcka	<10	Långhornsnattslända	
Båtsnäcka	<10	<i>Athripsodes cinereus</i>	<10
Ribbskivsnäcka	<10	<i>Mystacides azurea</i>	<10
Vandarmussla	<10	Fångstnätnattslända	
Klotmussla	20±10	<i>Cyrnus sp.</i>	<10
Dammussla	<10	<i>Holocentropus sp.</i>	10±30
Musselkräfta	50±80	Tunnelnattslända	
Sötvattengråsugga	260±180	<i>Lype phaeopa</i>	<10
Blågrön flickslända	<10	<i>Tinodes waeneri</i>	<10
Ådagslända		<i>Lype phaeopa</i>	<10
<i>Alainites muticus</i>	70±80	<i>Lype sp.</i>	10±30
<i>Baetis sp.</i>	30±60	<i>Tinodes waeneri</i>	<10
<i>Cloeon inscriptum</i>	10±30	Fjäril	<10
Gul dammslända	<10	Svidknott	<10
Slamslända	1100±400	Fjädermygga	570±240
		Fjärilsmygga	<10
<b>Sammanvägd bedömning klass 2 (god)</b>			

### 8.3 Bedömningsgrunder för förorenande ämnen

Tabell 9. Naturvårdsverkets bedömningsgrunder som ligger till grund för bedömningen av de olika metallernas förekomst i Norrvikens bottensediment.

<b>Metaller i sediment (mg/kg TS)</b>					
<b>Metall</b>	<b>Klass 1</b> <i>(Mycket låg halt)</i>	<b>Klass 2</b> <i>(Låg halt)</i>	<b>Klass 3</b> <i>(Måttligt hög halt)</i>	<b>Klass 4</b> <i>(Hög halt)</i>	<b>Klass 5</b> <i>(Mycket hög halt)</i>
<b>Kadmium</b>	<0,8	0,8-2	2-7	7-35	>35
<b>Krom</b>	<10	20-10	20-100	100-500	>500
<b>Kvicksilver</b>	<0,15	0,15-0,3	0,3-1	1-5	>5
<b>Zink</b>	<150	150-300	300-1000	1000-5000	>5000
<b>Bly</b>	<50	50-150	150-400	400-2000	>2000
<b>Koppar</b>	<15	15-25	25-100	100-500	>500

## 8.4 Inventeringsprotokoll

Inventeringsprotokoll

Protokoll A2  
Sjöstrandzonen

Sjöstränder

Undersökning	<input type="text"/>		Organisation	<input type="text"/>	
Sjönamn	<input type="text"/>	Sjönummer	(X) <input type="text"/>	(Y) 1	<input type="text"/>
Fjärranalys: källa	<input type="text"/>		källans datum	<input type="text"/>	
tolkare	<input type="text"/>		tolkat datum	<input type="text"/>	
Fält: datum	<input type="text"/>	inventerare	<input type="text"/>		
Andel fältkollad ö. vat. (tiondelar)	<input type="text"/>	Andel fältkollad u. vat.	<input type="text"/>		
Ekoblad	<input type="text"/>	Sträcka nummer	<input type="text"/>	Längd m	<input type="text"/>
				Hör till en ö (x)	<input type="text"/>
Vegetationstyp (tolkad)	3 <input type="text"/>	2 <input type="text"/>	1 <input type="text"/>		
Vegetationstyp bredd	<input type="text"/>	Öppet vatten utanför?	<input type="text"/>	Medeldjup utkant	<input type="text"/>
Vegetationstyp (fält)	3 <input type="text"/>	2 <input type="text"/>	1 <input type="text"/>		
Vegetationstyp bredd	<input type="text"/>	Öppet vatten utanför?	<input type="text"/>		
Vattenvegetation (dominerande - sätt X till höger)			Täckning totalt	<input type="text"/>	
Rotade o/e amfibiska övervattensv	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Trådalger	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Flytbladsväxter o/e friflytande	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Övriga påväxtalger	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Undervattensväxter m hela blad	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Rosettväxter	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Undervattensväxter m fingrenade blad exkl kransalger	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Vitmossor	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kransalger	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Övriga mossor, kuddlika	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bete har påverkat / "tryckt ut" vattenvegetationen (x)	<input type="text"/>		Övriga mossor, ej kuddlika	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Arter, exempel:	<input type="text"/>				
	<input type="text"/>				
Bottensubstrat	Grovdetritus	<input type="text"/>	Grus	<input type="text"/>	
	Findetritus	<input type="text"/>	Sten	<input type="text"/>	
	"Lera" (<0,02 mm)	<input type="text"/>	Block	<input type="text"/>	
	Sand	<input type="text"/>	Häll	<input type="text"/>	

Element	Tolk	Fält		Tolk	Fält		Tolk	Fält
Död ved (0-3)			Hamn			Utlopp		
Utfyllnad			Badplats			Damm		
Muddrat			Båtramp			Inlopp v-drag		
Luftledning			Avloppsrör			Inlopp diken		
Brygga			Vattenuttag					

Övrigt

Undersökning	<input type="text"/>		Organisation	<input type="text"/>	
Sjönamn	<input type="text"/>	Sjönummer	X	Y	<input type="text"/>
Fjärranalys: källa	<input type="text"/>		källans datum	<input type="text"/>	
	tolkare	<input type="text"/>	tolkat datum	<input type="text"/>	
Fält: datum	<input type="text"/>	inventerare	<input type="text"/>		Längd m <input type="text"/>
Ekoblad	<input type="text"/>	Sträcka nummer	<input type="text"/>	Andel fältkollad	<input type="text"/> (tiondelar)
Omgivning (tolkad)	3	2	1		
Omgivning (fält)	3	2	1		
Omgivning dominerande marktyp	<input type="text"/>			Hör till en ö	<input type="text"/>
Närmiljö (tolkad)	3	2	1		
Närmiljö (fält)	3	2	1		
Närmiljö dominerande marktyp	<input type="text"/>		Dom. träd	<input type="text"/>	
Mängd död ved (1-5)	<input type="text"/>	<--Obs! klass 1-5!	Källpåverkat (x)	<input type="text"/>	Vattennära zon 0-3 <input type="text"/>
Blockigt (0-3)	<input type="text"/>	Stenigt (0-3)	<input type="text"/>	Sandigt (0-3)	<input type="text"/>
Skyddszon	<i>"Artificiell" mark</i>			<i>Skogsmark</i>	
(tolkad) bredd	<input type="text"/>	marktyp	<input type="text"/>	bredd	<input type="text"/>
(fält) bredd	<input type="text"/>	marktyp	<input type="text"/>	bredd	<input type="text"/>
Brant strand (J/N)	<input type="text"/>		Buskskikt (0-3)	<input type="text"/>	
Element	Tolk	Fält	Tolk	Fält	Tolk
Utfyllnad (x)		Torvtäkt (x)		Brink / nipa / skredärr	
Översvämningsskydd (x)		Damm (x)			
Lämplighet för friluftsliv (0-3)	<input type="text"/>				
Tillgänglighet för friluftsliv (0-3)	<input type="text"/>				
Övrigt:	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>				

**Inventeringsprotokoll****Protokoll C  
Biflöden / Diken****Biotopkartering sjöstränder / vattendrag**

<b>C1. Undersökning</b> Data om undersökningen	<b>Organisation</b> Fjärranalytiker Fjärranalytiker Fältinventerare	<b>Undersökningsnamn</b>	
<b>C2. Identitet</b> Sjö / vattendragsnamn:		<b>Fjärranalyskälla datum</b>	
Datum fält:		<b>Fjärranalys tolkn.datum</b>	
Inventerare:		<b>Fältinventering datum</b>	
		<b>Sjönummer</b>	
		<b>Huvudavrinningsområde enl SMHI</b>	

<b>C2 Identitet, forts.</b>				<b>C3. Tillhörighet</b>			<b>C4. Uppgifter om diket/vattendraget</b>											
Dike/Vdr nr	Eko-blad (V/D/TD)	Kod (V/D/TD)	Fjärranalys (x)	Karta (x)	Fält (x)	Namn	A2-sträcka (Nr)	B2-sträcka (Nr)	Längd (m)	Påverk. Klass (0-3)	Mark anv. Typ (m)	Bredd (m)	Djup (m)	Flöde (l/s)	Erosionsrisk (x)	Skydds-zon (x)	Översilning (ja/nej)	

Blanketten ifylld datum	<input type="text"/>	Ifyllt av	<input type="text"/>
Sjönamn	<input type="text"/>		
Huvudavrinningsområde	<input type="text"/>	Delavrinningsområde	<input type="text"/>
Organisation	<input type="text"/>		
Undersökningens namn	<input type="text"/>		
Utloppskoordinater (SMHIs)	X	6	Y 1
Vattendragets namn vid utloppet	<input type="text"/>		
Vattendragets nummer vid utloppet	<input type="text"/>		
Län	<input type="text"/>	topokarta (5DNO etc)	<input type="text"/>
Kommun	<input type="text"/>	ekokarta (5D7g etc)	<input type="text"/>
Höjd över havet	<input type="text"/>	finns lodkarta (ja/nej)	<input type="text"/>
Omkrets (m)	<input type="text"/>	omsättningstid (veckor)	<input type="text"/>
Igenväxningsgrad (0-3)	<input type="text"/>		
Sjötyp	<input type="text"/>		
Reglerad (ja/nej/osäker)	<input type="text"/>	Regleringsamplitud (om någon)	<input type="text"/>
% av sjöyta mer än 6 m djup	<input type="text"/>	% av sjöyta mindre än 3 m djup	<input type="text"/>
Areal	<input type="text"/>	siktdjup (m)	<input type="text"/>
		siktdjup mättes datum	<input type="text"/>
Kortaste karterade sträcka (i meter. Standard är 70 m)	<input type="text"/>		
Fältmetod	<input type="text"/>	Karterad sträcka minimimått (m)	<input type="text"/>
Fältförhållanden	<i>klass</i>	<i>fritext</i>	<input type="text"/>
Medeldjup (m)	<input type="text"/>	Maxdjup (m)	<input type="text"/>
		källa	<input type="text"/>
Övrigt	<input type="text"/>		
	<input type="text"/>		
	<input type="text"/>		
	<input type="text"/>		
	<input type="text"/>		
	<input type="text"/>		



